

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-212949

(43)Date of publication of application : 29.07.2004

(51)Int.Cl.

G09F 9/30
G02F 1/1333
G02F 1/1362
H05B 33/14
// H01J 17/49

(21)Application number : 2003-367769

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 28.10.2003

(72)Inventor : HASHIMOTO TOMOSHI
SAKAI OSAMU
HATANO AKITSUGU

(30)Priority

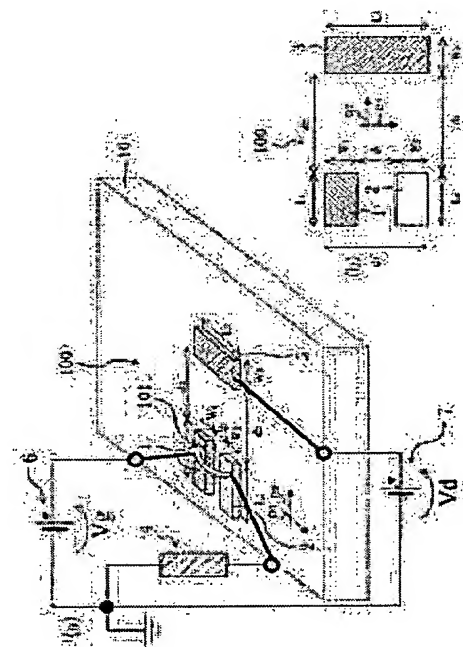
Priority number : 2002368041 Priority date : 19.12.2002 Priority country : JP

(54) ACTIVE DEVICE, LIGHT EMITTING DEVICE EQUIPPED WITH SAME, AND DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an active device which is suitably used for a large-sized flat panel display, a light emitting device equipped with the same, and a display device.

SOLUTION: The active device is equipped with: a cathode electrode 1 and an anode electrode 2 which are arranged at predetermined intervals in a first direction D1 and between which discharge is caused; and a discharge control electrode 3 which controls the level of the discharge current flowing between the cathode electrode and anode electrode according to its potential. The discharge control electrode 3 is provided beside a path 101 of discharge caused between the cathode electrode 1 and anode electrode 2, and the magnitude of the effect of the potential of the discharge electrode 3 on a potential structure generated according to the potential difference between the cathode electrode 1 and anode electrode 2 varies in a second direction D2 which is nearly orthogonal to the first direction D1.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

A cathode terminal and an anode electrode which are arranged at the predetermined intervals in accordance with the 1st direction, and are made to generate discharge in between [mutual],

It has a controlling-the-discharge electrode which is a controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to the potential,

Said controlling-the-discharge electrode is provided in the side of a course of discharge generated between said cathode terminal and said anode electrode,

An active device from which strength of influence which potential of said controlling-the-discharge electrode has to potential structure generated according to potential difference of said cathode terminal and said anode electrode changes in accordance with the 2nd direction that abbreviated-intersects perpendicularly in said 1st direction.

[Claim 2]

The active device according to claim 1 which has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 2nd direction as for said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 3]

A cathode terminal and an anode electrode which are arranged at the predetermined intervals in accordance with the 1st direction, and are made to generate discharge in between [mutual],

It has a controlling-the-discharge electrode which is a controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to the potential,

Said cathode terminal and said anode electrode have the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction that abbreviated-intersects perpendicularly in said 1st direction,

An active device by which said controlling-the-discharge electrode is provided in a position which separated in accordance with said 2nd direction from said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 4]

The active device according to any one of claims 1 to 3 which has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 1st direction as for said controlling-the-discharge electrode.

[Claim 5]

Distance d_1 between said cathode terminal and said anode electrode, distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode, And the active device according to any one of claims 1 to 4 with which distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode is satisfied of a relation of $d_1 < d_2$ and $d_1 < d_3$.

[Claim 6]

Distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode and distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode omit, and are, and it is the active device according to any one of claims 1 to 5.

[Claim 7]

A cathode terminal and an anode electrode which are made to generate discharge in between [mutual],

It has a controlling-the-discharge electrode which is a controlling-the-discharge electrode which controls a size

of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to the potential,

Distance d_1 between said cathode terminal and said anode electrode, distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode, and distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode satisfy a relation of $d_1 < d_2$ and $d_1 < d_3$.

Distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode and distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode omit, and are, and it is an active device.

[Claim 8]

The active device according to any one of claims 1 to 7 by which said cathode terminal, said anode electrode, and said controlling-the-discharge electrode are provided on an approximately same flat surface.

[Claim 9]

The active device according to any one of claims 1 to 8 provided so that said controlling-the-discharge electrode may not be located between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 10]

The active device according to any one of claims 1 to 9 with which distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode and longest distance d_1' between said cathode terminal and said anode electrode are satisfied of a relation of $d_2 \geq d_1'$.

[Claim 11]

The active device according to any one of claims 1 to 10 further provided with discharge gas ionizable between said cathode terminal and said anode electrode at least.

[Claim 12]

The active device according to claim 11 set up so that firing potential between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode may become high rather than firing potential [pressure / of said discharge gas] between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 13]

A light emitting device comprising:

The active device according to any one of claims 1 to 12.

A fluorescent substance layer arranged near said active device.

[Claim 14]

It has two or more pixels arranged by matrix form,

The light emitting device according to claim 13 provided for said two or more pixels of every, Scanning wiring electrically connected to said cathode terminal of said active device which said light emitting device has,

Signal wiring electrically connected to said controlling-the-discharge electrode of said active device,

Preparation *****.

[Claim 15]

It has two or more pixels arranged by matrix form,

The active device according to any one of claims 1 to 12 provided for said two or more pixels of every,

Scanning wiring electrically connected to said cathode terminal of said active device,

Signal wiring electrically connected to said controlling-the-discharge electrode of said active device,

A picture element electrode electrically connected to said anode electrode of said active device,

A counterelectrode which counters said picture element electrode,

An expression-medium layer provided between said picture element electrode and said counterelectrode,

Preparation *****.

[Claim 16]

The active device according to any one of claims 1 to 12 which functions as an amplifier which amplifies an electrical signal inputted into said controlling-the-discharge electrode, and is outputted from said cathode terminal.

[Claim 17]

A drive circuit which outputs a signal for driving said two or more pixels,

It has further two or more amplifiers which amplify a signal outputted from said drive circuit, and are supplied to said two or more pixels,

The display according to claim 14 or 15 whose each of two or more of said amplifiers is the active device according to claim 16.

[Claim 18]

It has two or more pixels arranged by matrix form,

Two or more discharge cells prolonged along a line writing direction or a column direction of said matrix,

A drive circuit which outputs a signal for driving said two or more pixels,

It is a plasma display panel or a plasma-address-liquid-crystal display provided with two or more amplifiers which amplify a signal outputted from said drive circuit, and are supplied to said two or more pixels,

A display whose each of two or more of said amplifiers is the active device according to claim 16.

[Claim 19]

The display according to claim 17 or 18 containing the 1st amplifier that amplifies directly a signal with which said two or more amplifiers are outputted from said drive circuit, and the 2nd amplifier that amplifies further a signal amplified by said 1st amplifier.

[Claim 20]

A cathode terminal and an anode electrode which are made to generate discharge in between [mutual],

It has the 1st and 2nd controlling-the-discharge electrode which is the 1st and 2nd controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to those potential,

An active device with said 1st controlling-the-discharge electrode near [electrode / said / 2nd controlling-the-discharge] a course of discharge generated between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 21]

The active device according to claim 20 by which said 1st controlling-the-discharge electrode is provided between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 22]

The active device according to claim 20 or 21 provided in the side of a course of discharge of generating said 2nd controlling-the-discharge electrode between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 23]

Said cathode terminal and said anode electrode are arranged at the predetermined intervals in accordance with the 1st direction, and it has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction that abbreviated-intersects perpendicularly in said 1st direction,

The active device according to any one of claims 20 to 22 by which said 2nd controlling-the-discharge electrode is provided in a position which separated in accordance with said 2nd direction from said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 24]

The active device according to claim 23 which has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 2nd direction as for said 1st controlling-the-discharge electrode.

[Claim 25]

The active device according to claim 23 or 24 which has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 1st direction as for said 2nd controlling-the-discharge electrode.

[Claim 26]

Distance d_4 between said cathode terminal and said anode electrode, distance d_5 between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode, And the active device according to any one of claims 20 to 25 with which distance d_6 between said anode electrode and said 2nd controlling-the-discharge electrode is satisfied of a relation of $d_4 < d_5$ and $d_4 < d_6$.

[Claim 27]

Distance d_5 between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode and distance d_6 between said anode electrode and said 2nd controlling-the-discharge electrode omit, and are, and it is the active device according to any one of claims 20 to 26.

[Claim 28]

The active device according to any one of claims 20 to 27 by which said cathode terminal, said anode electrode, and said 1st and 2nd controlling-the-discharge electrode are provided on an approximately same flat surface.

[Claim 29]

The active device according to any one of claims 20 to 28 provided so that said 2nd controlling-the-discharge electrode may not be located between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 30]

The active device according to any one of claims 20 to 29 with which distance d_5 between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode and longest distance d_4' between said cathode terminal and said anode electrode are satisfied of a relation of $d_5 \geq d_4'$.

[Claim 31]

The active device according to any one of claims 20 to 30 further provided with discharge gas ionizable between said cathode terminal and said anode electrode at least.

[Claim 32]

The active device according to claim 31 set up so that firing potential between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode may become high rather than firing potential [pressure / of said discharge gas] between said cathode terminal and said anode electrode.

[Claim 33]

A light emitting device provided with the active device according to any one of claims 20 to 32 and a fluorescent substance layer arranged near said active device.

[Claim 34]

It has two or more pixels arranged by matrix form,

The light emitting device according to claim 33 provided for said two or more pixels of every,
Scanning wiring electrically connected to said 1st controlling-the-discharge electrode of said active device which said light emitting device has,
Signal wiring electrically connected to said 2nd controlling-the-discharge electrode of said active device,
Preparation *****.

[Claim 35]

It has two or more pixels arranged by matrix form,

The active device according to any one of claims 20 to 32 provided for said two or more pixels of every,
Scanning wiring electrically connected to said 1st controlling-the-discharge electrode of said active device,
Signal wiring electrically connected to said 2nd controlling-the-discharge electrode of said active device,
A picture element electrode electrically connected to said anode electrode of said active device,
A counterelectrode which counters said picture element electrode,
An expression-medium layer provided between said picture element electrode and said counterelectrode,
Preparation *****.

[Claim 36]

Claims 15, 17, 18 and 19 in which said expression-medium layer is a liquid crystal layer, and a display given in either of 35.

[Claim 37]

Claims 15, 17, 18 and 19 in which said expression-medium layer is an organic electroluminescence material layer, and a display given in either of 35.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to a light emitting device and a display provided with the active device and it which are used especially suitably for a large-sized display about a light emitting device and a display provided with an active device and it.

[Background of the Invention]

[0002]

The image display device is widely used as indicators, such as a computer and Television Sub-Division, now. As an example of representation of an image display device, the cathode-ray tube (CRT;cathode ray tube) display, the liquid crystal display, the organic electroluminescence (EL;electro luminescence) display, and the plasma display (PDP) are known, for example.

[0003]

In recent years, it changes to the CRT display used former very widely, and flat-panel displays (FPD), such as a liquid crystal display, an organic electroluminescence display, and PDP, are used increasingly broadly. This is because FPD has a light weight and a thin shape, so it excels in portability or space-saving nature.

[0004]

In order to realize an active matrix driven in FPD until now, the thin film transistor (TFT) has been used as an active device, and the TFT substrate has been widely used as an address device.

[0005]

TFT arranged by matrix form on the TFT substrate is provided with the gate electrode, the source electrode, and the drain electrode.

The two-dimensional information on a picture is correctly expressed by supplying and carrying out line sequential scanning of a gating signal and the address signal to a gate electrode and a source electrode, respectively.

The method of presentation of such a picture is called the active-matrix type driving method.

[0006]

On an insulating substrate, vacuum devices, such as a plasma excitation chemical vapor deposition system, a sputtering system, and a dry etching system, are used for this TFT substrate, and semiconductor membrane, an insulator layer or a conductor film, etc. is manufactured deposition and by patterning. A TFT substrate is complicated in this way, and since it is manufactured through many manufacturing processes, it is expensive. Since very expensive large-sized vacuum devices are needed in order to produce a large-sized substrate especially, a manufacturing cost becomes still higher. Here, a large-sized substrate mainly refers to the substrate of the size of 20 inches or more of vertical angles, and a display provided with such a large-sized substrate is called a large-sized display.

[0007]

In recent years, in order to realize large-sized (20 inches or more of vertical angles), and thin Television Sub-Division, development of large-sized FPD is desired, it is expensive and PDP is beginning to spread as what enlargement replaces with a difficult TFT substrate in the present large-sized FPD commercial scene.

[0008]

PDP is driven by the method of driving a passive-matrix type (for example, refer to patent documents 1). That is, in PDP, the wiring prolonged in a column direction and the wiring prolonged in a line writing direction only

cross simply, and an active device does not exist in these intersections. And the display for 1 pixel is realized by whether discharge is caused on these intersections, or it does not start. In order to perform a gradation display, the technique of the Pulse-Density-Modulation method used combining the discharge pulse from which width differs is adopted.

[Patent documents 1] JP,S63-151997,A

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0009]

However, in PDP, since the gradation display was performed by the Pulse-Density-Modulation method, there were the following problems.

[0010]

In the Pulse-Density-Modulation method, in order to perform 8 fatbitses, for example, one cycle (16msec) of a display is divided at the eight sections, the one section is further divided into address periods and a display period, and the method of writing the on-off information on a display in each pixel at address periods is used. Therefore, the length of a display period will be restricted by eight address periods, and cannot make luminosity as a display high.

[0011]

Since address periods will become long and the length of a display period will decrease further if display gradation is raised to 10 bits or a screen is made highly minute, sufficient luminosity cannot be obtained. Therefore, it is dramatically difficult to deal with high definition-ization.

[0012]

Since the drive circuit attached outside becomes very complicated, there is also a problem that a manufacturing cost will become high.

[0013]

In order to solve such a problem, JP,2001-350445,A is indicating the technique of dividing one display period into further two or more periods, and changing turning on and off by adjusting the charge quantity stored on an electrode at address periods. According to this technique, a gradation number can be increased, securing sufficient luminosity.

[0014]

However, in this technique, since a drive circuit becomes still more complicated, the increase in a gradation number and the simplification of a drive circuit will be a relation of a trade-off.

[0015]

On the other hand, in using a liquid crystal layer and an organic electroluminescence layer as an expression medium using a TFT substrate, Since the active-matrix-driven method is adopted, the above problems are not generated, but as stated previously, the production itself takes time and effort dramatically, and since enlargement is difficult, the frame of plant-and-equipment investment and reduction of panel cost are difficult.

[0016]

this invention is made in view of an above-mentioned problem, and comes out. The purpose is to provide a light emitting device and a display provided with the active device and it which are used suitably for a flat-panel display.

[Means for Solving the Problem]

[0017]

A cathode terminal and an anode electrode which an active device by this invention is arranged at the predetermined intervals in accordance with the 1st direction, and are made to generate discharge in between [mutual], A controlling-the-discharge electrode which is a controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to the potential, A preparation and said controlling-the-discharge electrode are provided in the side of a course of discharge generated between said cathode terminal and said anode electrode, It has the composition from which strength of influence which potential of said controlling-the-discharge electrode has to potential structure generated according to potential difference of said cathode terminal and said anode electrode changes in accordance with the 2nd direction that abbreviated-intersects perpendicularly in said 1st direction, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0018]

As for said cathode terminal and said anode electrode, it is preferred to have the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 2nd direction.

[0019]

Or a cathode terminal and an anode electrode which an active device by this invention is arranged at the predetermined intervals in accordance with the 1st direction, and are made to generate discharge in between [mutual], A controlling-the-discharge electrode which is a controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to the potential, A preparation, said cathode terminal, and said anode electrode, It has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction that abbreviated-intersects perpendicularly in said 1st direction, and said controlling-the-discharge electrode is provided in a position which separated in accordance with said 2nd direction from said cathode terminal and said anode electrode, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0020]

As for said controlling-the-discharge electrode, it is preferred to have the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 1st direction.

[0021]

Distance d_1 between said cathode terminal and said anode electrode, distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode, And it is preferred that distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode satisfies a relation of $d_1 < d_2$ and $d_1 < d_3$.

[0022]

Distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode and distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode omit, and are, and things are preferred.

[0023]

Or a cathode terminal and an anode electrode which are made to generate discharge in between where an active device by this invention is mutual, A controlling-the-discharge electrode which is a controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to the potential, Distance d_1 between a preparation, said cathode terminal, and said anode electrode, distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode -- and, Distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode satisfies a relation of $d_1 < d_2$ and $d_1 < d_3$, and it Distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode, Distance d_3 between said anode electrode and said controlling-the-discharge electrode omits, and is, it has composition, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0024]

It is preferred that said cathode terminal, said anode electrode, and said controlling-the-discharge electrode are provided on an approximately same flat surface.

[0025]

As for said controlling-the-discharge electrode, it is preferred to be provided so that it may not be located between said cathode terminal and said anode electrode.

[0026]

It is preferred that distance d_2 between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode and longest distance d_1' between said cathode terminal and said anode electrode satisfy a relation of $d_2 \geq d_1'$.

[0027]

An active device by this invention is further provided with discharge gas which can be ionized between said cathode terminal and said anode electrode typical at least.

[0028]

As for a pressure of said discharge gas, it is more preferred than firing potential between said cathode terminal and said anode electrode to be set up so that firing potential between said cathode terminal and said controlling-the-discharge electrode may become high.

[0029]

A light emitting device by this invention is provided with an active device which has the above-mentioned composition, and a fluorescent substance layer arranged near said active device, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0030]

A light emitting device which a display by this invention has two or more pixels arranged by matrix form, and has the above-mentioned composition provided for said two or more pixels of every, It has scanning wiring electrically connected to said cathode terminal of said active device which said light emitting device has, and signal wiring electrically connected to said controlling-the-discharge electrode of said active device, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0031]

Or an active device which a display by this invention has two or more pixels arranged by matrix form, and has the above-mentioned composition provided for said two or more pixels of every, Scanning wiring electrically connected to said cathode terminal of said active device, Signal wiring electrically connected to said controlling-the-discharge electrode of said active device, It has an expression-medium layer provided between a picture element electrode electrically connected to said anode electrode of said active device, a counterelectrode which counters said picture element electrode, and said picture element electrode and said counterelectrode, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0032]

In a certain suitable embodiment, an active device by this invention functions as an amplifier which amplifies an electrical signal inputted into said controlling-the-discharge electrode, and is outputted from said cathode terminal.

[0033]

A drive circuit which outputs a signal for a display by this invention to drive said two or more pixels, It may have further two or more amplifiers which amplify a signal outputted from said drive circuit, and are supplied to said two or more pixels, and each of two or more of said amplifiers may have the composition which is the above-mentioned active device which functions as an amplifier.

[0034]

Two or more discharge cells which a display by this invention has two or more pixels arranged by matrix form, and are prolonged along a line writing direction or a column direction of said matrix, A drive circuit which outputs a signal for driving said two or more pixels, and two or more amplifiers which amplify a signal outputted from said drive circuit, and are supplied to said two or more pixels, It is a ***** plasma display panel or a plasma-address-liquid-crystal display, and each of two or more of said amplifiers may have the composition which is the above-mentioned active device which functions as an amplifier.

[0035]

Said two or more amplifiers may also contain the 1st amplifier that amplifies directly a signal outputted from said drive circuit, and the 2nd amplifier that amplifies further a signal amplified by said 1st amplifier.

[0036]

A cathode terminal and an anode electrode which are made to generate discharge in between where an active device by this invention is mutual, The 1st and 2nd controlling-the-discharge electrode which is the 1st and 2nd controlling-the-discharge electrode which controls a size of discharge current which flows between said cathode terminal and said anode electrode, and controls a size of discharge current according to those potential, A preparation and said 1st controlling-the-discharge electrode have the composition near a course of discharge generated between said cathode terminal and said anode electrode rather than said 2nd controlling-the-discharge electrode, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0037]

As for said 1st controlling-the-discharge electrode, it is preferred to be provided between said cathode terminal and said anode electrode.

[0038]

As for said 2nd controlling-the-discharge electrode, it is preferred to be provided in the side of a course of discharge generated between said cathode terminal and said anode electrode.

[0039]

Said cathode terminal and said anode electrode, In accordance with the 1st direction, it is arranged at the predetermined intervals, and has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction that abbreviated-intersects perpendicularly in said 1st direction, and, as for said 2nd controlling-the-

discharge electrode, it is preferred to be provided in a position which separated in accordance with said 2nd direction from said cathode terminal and said anode electrode.

[0040]

As for said 1st controlling-the-discharge electrode, it is preferred to have the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 2nd direction.

[0041]

As for said 2nd controlling-the-discharge electrode, it is preferred to have the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with said 1st direction.

[0042]

Distance d_4 between said cathode terminal and said anode electrode, distance d_5 between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode, And it is preferred that distance d_6 between said anode electrode and said 2nd controlling-the-discharge electrode satisfies a relation of $d_4 < d_5$ and $d_4 < d_6$.

[0043]

Distance d_5 between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode and distance d_6 between said anode electrode and said 2nd controlling-the-discharge electrode omit, and are, and things are preferred.

[0044]

It is preferred that said cathode terminal, said anode electrode, and said 1st and 2nd controlling-the-discharge electrode are provided on an approximately same flat surface.

[0045]

As for said 2nd controlling-the-discharge electrode, it is preferred to be provided so that it may not be located between said cathode terminal and said anode electrode.

[0046]

It is preferred that distance d_5 between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode and longest distance d_4' between said cathode terminal and said anode electrode satisfy a relation of $d_5 \geq d_4'$.

[0047]

An active device by this invention is further provided with discharge gas which can be ionized between said cathode terminal and said anode electrode typical at least.

[0048]

As for a pressure of said discharge gas, it is more preferred than firing potential between said cathode terminal and said anode electrode to be set up so that firing potential between said cathode terminal and said 2nd controlling-the-discharge electrode may become high.

[0049]

A light emitting device by this invention is provided with an active device which has the above-mentioned composition, and a fluorescent substance layer arranged near said active device, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0050]

A light emitting device which a display by this invention has two or more pixels arranged by matrix form, and has the above-mentioned composition provided for said two or more pixels of every, It has scanning wiring electrically connected to said 1st controlling-the-discharge electrode of said active device which said light emitting device has, and signal wiring electrically connected to said 2nd controlling-the-discharge electrode of said active device, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0051]

Or an active device which a display by this invention has two or more pixels arranged by matrix form, and has the above-mentioned composition provided for said two or more pixels of every, Scanning wiring electrically connected to said 1st controlling-the-discharge electrode of said active device, Signal wiring electrically connected to said 2nd controlling-the-discharge electrode of said active device, It has an expression-medium layer provided between a picture element electrode electrically connected to said anode electrode of said active device, a counterelectrode which counters said picture element electrode, and said picture element electrode and said counterelectrode, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0052]

Said expression-medium layer may be a liquid crystal layer.

[0053]
Said expression-medium layer may be an organic electroluminescence material layer.

[Effect of the Invention]

[0054]
According to this invention, the active device which has the element characteristic which was easy to manufacture and was excellent is provided. The active device by this invention is used suitably for various kinds of electron devices containing a light emitting device and a display, and is used especially suitably for a large-sized flat-panel display.

[0055]
Since the active device by this invention, the light emitting device provided with it, and a display can be manufactured using the thick film forming methods, such as screen printing, reduction of a manufacturing cost is possible and enlargement of a display is also realized easily.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0056]
First, the fundamental composition common to the "1st active device" by this invention and the "2nd active device" by this invention, and its operation and effect are explained.

[0057]
The active device (the 1st and 2nd active devices) by this invention is provided with the following.
The cathode terminal and anode electrode (these are generalized and it is also called "the discharge generating electrode of a couple".) which are made to generate discharge in between [mutual].
The controlling-the-discharge electrode which controls the size of the discharge current which flows among these.

[0058]
The cathode terminal and the anode electrode are arranged at the predetermined intervals in accordance with a certain direction. If predetermined potential difference is given between a cathode terminal and an anode electrode, the potential structure (expressed with distribution of line of electric force or an equipotential surface) according to that potential difference will be formed among these, and the existence of generating of discharge and the size of discharge current will be determined according to this potential structure. This potential structure is that (disturbed) which changes with the potential of a controlling-the-discharge electrode. The state (state where discharge current is flowing among these) where the cathode terminal and the anode electrode have flowed, The size of the discharge current which can change the state (state where discharge current is not flowing among these) where it has not flowed, and flows between a cathode terminal and an anode electrode can be changed. That is, according to the potential of a controlling-the-discharge electrode (responding to the height relation between a cathode terminal, an anode electrode, and controlling-the-discharge inter-electrode relative potential strictly), the size of discharge current is controllable.

[0059]
The active device by this invention functions, for example by electrically connecting an anode electrode to a passive component as a switching element which controls supply of the electric charge to a passive component, or current. Passive components here are the liquid crystal capacity which comprises an electrode of a couple, and a liquid crystal layer pinched among them, for example, and an organic electroluminescence (electroluminescence) element. Or the active device by this invention functions by equipping the neighborhood with the fluorescent substance layer as a light emitting device which makes a fluorescent substance layer emit light by plasma discharge.

[0060]
Many thin films, such as a gate electrode, gate dielectric film, a semiconductor layer, a source electrode, and a drain electrode, are laminated, and the thin film transistor conventionally used as an active device is constituted. On the other hand, since the active device by this invention has easy and simple composition as mentioned above, it can be manufactured by a simple manufacturing process.

[0061]
Since the active device by this invention controls discharge current to a thin film transistor controlling the current which flows through a semiconductor layer, the OFF state current does not occur like a thin film transistor (TFT).

[0062]

It is easy to have composition with which a cathode terminal, an anode electrode, and a controlling-the-discharge electrode do not lap mutually via an insulator layer, and the delay of an electrical signal and generating of a provincial accent resulting from the capacity formed in the portion with which these lapped can be prevented.

[0063]

Since it has the advantage which was mentioned above, the active device by this invention can be used conveniently for a large-sized display (for example, flat display panel).

[0064]

Next, composition peculiar to the "1st active device" by this invention is explained.

[0065]

The invention-in-this-application person considered the relative arrangement relationship of the discharge generating electrode of a couple, and a controlling-the-discharge electrode, and a relation with the ease of control of discharge in detail. As a result, a controlling-the-discharge electrode on a position and a twist concrete target. By providing in a position from which the strength of the influence which the potential of a controlling-the-discharge electrode has to the potential structure which is the side of the course of discharge and is generated between discharge generating electrodes changes in accordance with the direction which abbreviated-intersects perpendicularly with the arrangement direction of a discharge generating electrode, It found out that the size of discharge current was easily and effectively controllable. The "1st active device" by this invention is thought out based on the above-mentioned knowledge. In Description of this application, "the side of a discharge path" shall point out the field distant from the discharge path in accordance with the direction which abbreviated-intersects perpendicularly in the direction (direction parallel to the line of electric force generated according to the potential difference of a cathode terminal and an anode electrode) into which discharge current flows.

[0066]

In the "1st active device" by this invention, a controlling-the-discharge electrode is provided in the side of a discharge path, And the strength of the influence which the potential of a controlling-the-discharge electrode has to the potential structure generated according to the potential difference of a cathode terminal and an anode electrode changes in accordance with the direction ("the 2nd direction" is called.) which abbreviated-intersects perpendicularly with the arrangement direction ("the 1st direction" is called.) of a cathode terminal and an anode electrode. Therefore, the strength of the influence which a controlling-the-discharge electrode has to the line of electric force (it is parallel to the 1st direction and more than one are located in a line in accordance with the 2nd direction) generated according to the potential difference of a cathode terminal and an anode electrode changes in accordance with the 2nd direction (direction with which line of electric force is located in a line). Therefore, the number of the line of electric force generated between a cathode terminal and an anode electrode (namely, field intensity) can be controlled easily and effectively, and, as a result, the size of discharge current can be controlled easily and effectively.

[0067]

"The 1st active device" has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel [a cathode terminal and an anode electrode] with the 2nd direction, for example, and when a controlling-the-discharge electrode adopts the composition provided in the position which is separated from a cathode terminal and an anode electrode in accordance with the 2nd direction, it is realized.

[0068]

"The 1st active device" Distance d_1 between a cathode terminal and an anode electrode, Distance d_2 between a cathode terminal and a controlling-the-discharge electrode and distance d_3 between an anode electrode and a controlling-the-discharge electrode, The relation of $d_1 < d_2$ and $d_1 < d_3$ is satisfied, and it realizes also by distance d_2 between a cathode terminal and a controlling-the-discharge electrode and distance d_3 between an anode electrode and a controlling-the-discharge electrode omitting, being, and adopting composition.

[0069]

Then, composition peculiar to the "2nd active device" by this invention is explained.

[0070]

He found out that discharge current was easily and effectively controllable by providing the further controlling-the-discharge electrode in the position which is comparatively separated from a discharge path while providing

the controlling-the-discharge electrode near the discharge path, as a result of an invention-in-this-application person's repeating a still more detailed examination. The "2nd active device" by this invention is thought out based on the above-mentioned knowledge which the invention-in-this-application person found out.

[0071]

The "2nd active device" by this invention has the "1st controlling-the-discharge electrode" and the "2nd controlling-the-discharge electrode" as a controlling-the-discharge electrode, and its the "1st controlling-the-discharge electrode" is closer to a discharge path than the "2nd controlling-the-discharge electrode." Therefore, the 1st controlling-the-discharge electrode near a discharge path can perform ON-and-OFF control of discharge current chiefly, and the size of discharge current can be smoothly controlled by the 2nd controlling-the-discharge electrode far from a discharge path. Therefore, discharge current is easily and effectively controllable. A direct-current constant voltage is used as a discharge generated voltage impressed between discharge generating electrodes. Since the drive using voltage comparatively low as the 1st controlling-the-discharge voltage impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode and the 2nd controlling-the-discharge electrode and the 2nd controlling-the-discharge voltage is attained, it is not necessary to use the high-withstand-pressure driver which can impress high tension in pulse as a power supply, and a manufacturing cost can be reduced.

[0072]

The discharge phenomenon (plasma phenomenon) controlled here in the active device by this invention is explained. "Discharge" is a dielectric breakdown phenomenon produced to the space which is full of gas by impressing voltage to inter-electrode, and the plasma state in which a positive ion and an electron exist in equivalent amount mostly appears in this space after discharge generating. And "discharge current" is current in which an electron with a positive ion with positive charge and a negative charge plays a role of a career in such the plasma state (discharge state).

[0073]

Hereafter, a discharge phenomenon (plasma phenomenon) is explained in more detail.

[0074]

The phenomenon which a positive ion and an electron produce by the electric field value (a value called an electric field value / gas pressure is usually used) of the space full of gas becoming large, accelerating the electron which exists in space, and colliding with a gas atom (molecule), By putting together the phenomenon which the positive ion which exists in space collides with the electrode (cathode terminal) surface by the side of negative potential, and a secondary electron generates, a positive ion and an electron are generated and each particle moves to an opposite direction mutually by the electric field which exists in space. The diffusion phenomenon which originates in the inhomogeneous distribution of particles besides the drift phenomenon by such an electric field as a gestalt of movement (movement of the career of current) of particles also exists.

[0075]

How to flow through discharge current which was mentioned above is a mechanism in which the vacuum tube which sends current through space similarly differs from a field emission display (FED). In a vacuum tube, the electron emitted from the heated filament serves as a career of current. In FED, the electron pulled out using field emission serves as a career of current from a sharp cathode terminal.

[0076]

As compared with a vacuum tube or FED, there are other points that discharge (plasma) differs and the situation of distribution of the line of electric force which exists in the space through which current flows as the example, or an equipotential surface is mentioned. In a vacuum tube or FED, except for the electrode vicinity for drawers of electron flow, the line of electric force needs to exist in linear shape mostly, and an electron moves along such line of electric force between a cathode terminal and anode electrodes (electrode by the side of positive potential). Therefore, the cathode terminal and the anode electrode need to be provided so that it may counter mutually fundamentally. The equipotential surface exists in the space between a cathode terminal and an anode electrode at equal intervals mostly.

[0077]

On the other hand, in discharge (plasma), although line of electric force connects between a cathode terminal and anode electrodes, the shape does not need to be linear shape, for example, it may be arch shape (see drawing 1 etc. which are mentioned later). An equipotential surface inclines near the cathode and serves as distribution peculiar to discharge that, namely, the interval of an equipotential surface is short near the cathode, an electric potential gradient is sudden in the portion, and an electric field is strong.

[0078]

Since a peculiar potential structure which was mentioned above is formed in discharge (plasma), discharge will not be generated if it says conversely, and such a potential structure is unmaintainable. If the characteristic of such a discharge phenomenon is used, it will become possible to control discharge by impression of the disturbance potential from the outside. In a vacuum tube or FED, even if an inter-electrode potential structure changes somewhat, current still flows.

[0079]

Since an equivalent amount of positive ions with positive charge and electrons with a negative charge exist in the state of discharge (plasma), when it sees macroscopically, it is in the neutral state electrically. That is, the stable state is realized electrically. On the other hand, in a vacuum tube or FED, since only an electron exists, if electron flow is not controlled appropriately, the negative charge of electrons will repel each other and electron flow will expand. That is, at a vacuum tube or FED, the state where the electron is flowing is in an unstable state electrically, and in order to fully acquire current, it will be necessary to accelerate an electron by high tension.

[0080]

Hereafter, the embodiment by this invention is described, referring to Drawings. This invention is not limited to following embodiments.

[0081]

(Embodiment 1)

First, the structure of the active device 100 of Embodiment 1 by this invention is explained, referring to drawing 1 (a) and (b). Drawing 1 (a) is a perspective view showing the active device 100 typically, and drawing 1 (b) is a plan showing the active device 100 typically.

[0082]

The active device 100 is provided with the following.

The cathode terminal 1 and the anode electrode 2 which are made to generate discharge in between [mutual] as shown in drawing 1 (a) and (b).

The controlling-the-discharge electrode 3 which controls the size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2.

The size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is controlled according to the potential of the controlling-the-discharge electrode 3 to mention later. In drawing 1 (a), the reference mark 101 shows typically signs (course of discharge) that discharge has occurred between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2.

[0083]

The cathode terminal 1 and the anode electrode 2 are formed at the predetermined intervals in accordance with a certain direction (the 1st direction) D1. The controlling-the-discharge electrode 3 is formed in the position which is separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 in accordance with the 2nd direction D2 that abbreviated-intersects perpendicularly in the 1st direction D1. According to this embodiment, the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 are formed on the approximately same flat surface, and, more specifically, are formed on the substrate 10 which has the insulating surface.

[0084]

The active device 100 has discharge gas (un-illustrating) ionizable between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 at least. Discharge gas is enclosed with the inside of the gas-charging structure (un-illustrating) formed on the substrate 10, for example.

[0085]

The active device 100 is manufactured as follows, for example.

[0086]

First, the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 are formed on the substrate 10. Here, the glass substrate which consists of 3-mm-thick soda glass is used as the substrate 10. Of course, the construction material and thickness of the substrate 10 should just be a substrate which is not limited to this but can bear the manufacturing process of the active device 100. The substrate which has transparency depending on the use of the active device 100 is used. For example, in using the light from a back light for the transmission type liquid crystal display and penetration reflective two-ways type liquid crystal display which are used for a display, it uses the substrate which has transparency. When using for a high-reflective-liquid-crystal display or an organic electroluminescence display, it may be an opaque substrate which

consists of materials, such as metal and resin.

[0087]

The cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 are formed with screen printing, using nickel as a material of an electrode. First, the mesh part of the screen version which has a predetermined pattern for the nickel paste constituted including nickel powder, a binder material, etc. is passed, and it applies on the substrate 10. Next, the nickel paste applied on the substrate is dried and solidified at about 300 **. Then, conductivity is obtained by calcinating at about 600 **.

[0088]

Here, the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 are formed in rectangular parallelepiped shape (seeing from substrate 10 normal line direction rectangular form) with the following sizes. Although the size illustrated here is a size suitable as a switching element with which the display up to about 60 inches is provided for every pixel at 20 inches or more, of course, it is not limited to this.

Cathode terminal 1: Width W150micrometerx length L180micrometer and 15 micrometers in thickness

Anode electrode 2: Width W250micrometerx length L280micrometer and 15 micrometers in thickness

Controlling-the-discharge electrode 3: Width W350micrometerx length L3150micrometer and 15 micrometers in thickness

[0089]

As it is indicated in drawing 1 as the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, it is provided so that a long side may counter mutually. And the controlling-the-discharge electrode 3 is formed so that it may not be located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and it is provided so that the long side may counter the shorter side of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. The cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 open the following intervals, and are formed.

[0090]

Distance d_1 =50micrometer between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2

Distance d_2 =150micrometer between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3

Distance d_3 =150micrometer between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3

Longest distance d_1' =150micrometer between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2

[0091]

In Description of this application, especially the "distance" between two members shall point out the "shortest distance" which is the distance between the ends which two members approach, unless it refuses. The "longest distance" between members points out the distance between the ends which two members isolated.

[0092]

As a material of an above-mentioned electrode, it is not limited to nickel, but there is conductivity, metal with a suitable secondary electron emission factor can be used, and silver, aluminum, etc. may be used. The formation method of an electrode is not limited to screen printing, either, but may be formed as a 1 micrometers or more-thick thick film using the sandblasting method, a photosensitive paste method, etc. A 1 micrometer or less-thick thin film may be formed using a sputtering technique or electron beam evaporation method, and it may form in a predetermined electrode pattern (shape) according to dry etching or a wet etching process. If screen printing is used like this embodiment, formation of an electrode can be performed simple and enlargement of the device with which many switching elements were formed on the substrate will be realized easily.

[0093]

Secondary electron emission factors, such as a 6 Howe-ized lantern, 6 Howe-ized gadolinium or magnesium oxide, are high on the surface of the electrode formed as mentioned above, and the coating membrane which consists of material which has high weld slag-proof nature may be formed in it. Such coating membrane can be formed using an electrodeposition process, a sputtering technique or electron beam evaporation method, etc., for example.

[0094]

Next, gas-charging structure is formed on the substrate 10 with which the electrode was formed as mentioned above. First, the fritto material which uses glass as the main ingredients is applied so that the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 may be surrounded. Then, the gas-charging structure which the substrate with which the electrode was formed, and the glass plate pasted up by fritto material is formed by arranging to a position the spacer (about 200 micrometers in height) and the glass

plate for closure which specify the height of gas-charging structure, and calcinating them at about 600 **. Then, vacuum suction of the inside of gas-charging structure is carried out, and a xenon encloses and closes the neon mixed 5% by the pressure of 15kPa as discharge gas. What is necessary is just to form gas-charging structure so that they may be surrounded in forming two or more active devices 100 on the substrate 10.

[0095]

What is necessary is just gas which it is not limited to what was illustrated here as discharge gas, and an electrode is not corroded, or does not adhere to an electrode. If rare gas, such as helium, argon, neon, and a xenon, and these mixtures are used, discharge can be generated on comparatively low voltage. Since gas-charging structure and its making process can be skipped as discharge gas if the atmosphere is used with atmospheric pressure, simpler composition is realized and a manufacturing process can be simplified.

[0096]

Hereafter, the characteristic and the principle of operation of the active device 100 of this embodiment which were formed as mentioned above are explained.

[0097]

The active device 100 functions as a switching element which drives a passive component, for example. When driving a passive component (driven part) using the active device 100, as shown in drawing 1 (a), for example, The power supply 6 and the cathode terminal 1 which supply a discharge generated voltage (here gate voltage V_g) are electrically connected, the power supply 7 and the controlling-the-discharge electrode 3 which supply controlling-the-discharge voltage (here data voltage V_d) are electrically connected, and the anode electrode 2 and the driven part (passive component) 4 are electrically connected. If the active device 100 is one when it is the liquid crystal capacity which consists of an electrode (a picture element electrode and a counterelectrode) of a couple, and a liquid crystal layer pinched among these, for example when the driven part 4 is capacity equivalent, an electric charge will be accumulated in the driven part 4. If the active device 100 is one when the driven part 4 is resistance equivalent, and it is an organic electroluminescence (electroluminescence) element, for example, current will flow into the driven part 4.

[0098]

The active device 100 functions by equipping the neighborhood with the fluorescent substance layer as a light emitting device which makes a fluorescent substance layer emit light by plasma discharge. Since the ultraviolet quantity generated from the active device 100 is controllable according to the potential of the controlling-the-discharge electrode 3 if the ultraviolet radiation from the size (quantity) of discharge current and the excitation gas (for example, xenon) in plasma has a relation of a monotone increase, The luminosity of luminescence by the photoluminescence effect is controllable.

[0099]

The characteristic of the active device 100 of this embodiment is explained referring to drawing 2 (a) and (b). Drawing 2 (a) and (b) sets constant one side of the controlling-the-discharge voltage V_d impressed to the discharge generated voltage V_g and the controlling-the-discharge electrode 3 which are impressed to the cathode terminal 1, It is a graph which shows change of the current I supplied to the driven part 4 when changing another side (that is, it flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2).

[0100]

As shown in drawing 2 (a), the discharge generated voltage V_g impressed to the cathode terminal 1 is considered as regularity ($V_g = -250V$), and if the controlling-the-discharge voltage V_d impressed to the controlling-the-discharge electrode 3 is changed, the size of the current I supplied to the driven part 4 will change linearly smoothly from zero to a predetermined size.

[0101]

If the discharge generated voltage V_g which considers controlling-the-discharge voltage V_d impressed to the controlling-the-discharge electrode 3 as regularity ($V_d = 0V$ or $V_d = +30V$), and is impressed to the cathode terminal 1 is changed as shown in drawing 2 (b), The size of the current I supplied to the driven part 4 changes linearly smoothly from zero to a predetermined size.

[0102]

Thus, in the active device 100 by this invention, the size of the current I supplied to the driven part 4 is controllable. This is for the size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 to change with the relative height relations of each potential of the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3. Hereafter, it explains in more detail, referring to drawing 3 (a) - (c). Drawing 3 (a) - (c) is a figure showing typically the line of electric force E by which it is

generated according to inter-electrode potential difference.

[0103]

First, the potential V_3 of the controlling-the-discharge electrode 3 does as the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2, and when lower than the potential V_2 of the anode electrode 2 (when it is $V_2 > V_3 > V_1$), The potential difference ($V_2 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is larger than the potential difference ($V_3 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3. Therefore, as shown in drawing 3 (a), the line of electric force E mainly exists between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, when voltage is impressed to each electrode so that it may become such potential, discharge occurs between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and discharge current flows among these.

[0104]

There is no potential V_3 of the controlling-the-discharge electrode 3 between the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2, and when higher than the potential V_2 of the anode electrode 2 (when it is $V_3 > V_2 > V_1$), The potential difference ($V_3 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 becomes larger than the potential difference ($V_2 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, the line of electric force E exists also not only between between a cathode terminal and the anode electrodes 2 but between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, as shown in drawing 3 (b). Therefore, when voltage is impressed to each electrode so that it may become such potential, the discharge generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is weak compared with the case where it is shown in drawing 3 (a), and the size of the discharge current which flows among these is small compared with the case where it is shown in drawing 3 (a).

[0105]

And there is no potential V_3 of the controlling-the-discharge electrode 3 between the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2, and when higher enough than the potential V_2 of the anode electrode 2, The potential difference ($V_3 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 becomes larger enough than the potential difference ($V_2 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, as the line of electric force E is shown in drawing 3 (c), it mainly exists between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, and hardly exists between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, when voltage is impressed to each electrode so that it may become such potential, between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, it hardly generates, and discharge current hardly flows into it through discharge among these.

[0106]

Thus, the controlling-the-discharge electrode 3 leads selectively the line of electric force E generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 to the controlling-the-discharge electrode 3, and does so the function to reduce the number of the line of electric force E between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (namely, field intensity) by it. Therefore, in the active device 100 by this invention, By adjusting the discharge generated voltage impressed between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3, The size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 can be changed, and the size of the current I supplied to the driven part 4 can be controlled by that. That is, it can be said that the active device 100 by this invention is 3 terminal active device (transistor) which made the plasma discharging part the channel. However, the active device 100 according to this invention unlike a thin film transistor, Since it needed to have neither a semiconductor layer nor a gate insulating layer and discharge (plasma discharge) and its generating characteristic have realized the effect equivalent to these, the expensive vacuum devices for producing a semiconductor layer and gate dielectric film on the occasion of the manufacture are not needed. Therefore, the frame of plant-and-equipment investment can be lessened and the manufacturing cost of the element itself can be made low.

[0107]

As mentioned above, the controlling-the-discharge electrode 3 with which the active device 100 is provided affects the potential structure generated in discharge space according to the potential difference between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and controls the size of discharge current by that. It changes according to the distance of the controlling-the-discharge electrode 3 and its place (point), it is so strong that it is near, and the strength of the influence which the controlling-the-discharge electrode 3 has on the potential structure of a certain place (point) in discharge space is so weak that it is far. In the active device 100, as

shown in drawing 1 (a) and (b), the controlling-the-discharge electrode 3 is formed in the side of the discharge path 101, and the position which is more specifically separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 in accordance with the 2nd direction D2. Therefore, the strength of the influence which the potential of the controlling-the-discharge electrode 3 has to the potential structure generated according to the potential difference of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 changes in accordance with the 2nd direction D2. That is, the strength of the influence which the potential of the controlling-the-discharge electrode 3 has to the line of electric force E (it is parallel to the 1st direction and more than one are located in a line in accordance with the 2nd direction) generated according to the potential difference of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 changes in accordance with the 2nd direction D2 (direction with which line of electric force is located in a line). Therefore, it becomes easy to lead selectively the line of electric force generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (inside of discharge space) to the controlling-the-discharge electrode 3, and to adjust field intensity, and, as a result, the size of discharge current can be controlled easily and effectively.

[0108]

Since it has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction to which the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 abbreviated-intersect perpendicularly in the 1st direction D1 that is an arrangement direction, the size of discharge current can be more effectively controlled by this embodiment. This Reason is as follows. In order to control effectively the number of the line of electric force by which it is generated in discharge space, it is preferred that the strength of the influence which the potential of the controlling-the-discharge electrode 3 has on the potential structure in discharge space changes a lot in discharge space. That the longitudinal direction of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is parallel to the 2nd direction D2, Since I hear that the controlling-the-discharge electrode 3 is separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 along with the longitudinal direction, the difference of the shortest distance of discharge space and the controlling-the-discharge electrode 3 and the longest distance of discharge space and the controlling-the-discharge electrode 3 is greatly securable. Therefore, the controlling-the-discharge electrode 3 can change a lot the strength of the influence which it has on the potential structure in discharge space in discharge space. Therefore, it becomes easier to lead the line of electric force E to the controlling-the-discharge electrode 3 selectively, and to control discharge current.

[0109]

When the controlling-the-discharge electrode 3 is the shape which has a longitudinal direction, the controlling-the-discharge electrode 3 can have influence effectively to the potential structure generated in discharge space as the longitudinal direction is parallel to the 1st direction D1.

[0110]

Although this invention was explained so far from a viewpoint of the relation between the arrangement direction of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and the direction in which the controlling-the-discharge electrode 3 is located to the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, here explains this invention from a viewpoint of an interval (distance) inter-electrode [each].

[0111]

In this embodiment, rather than distance d_1 (= 50 micrometers) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Distance d_2 (= 150 micrometers) between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 and distance d_3 (= 150 micrometers) between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3 are large, Distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 and distance d_3 between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3 are equal.

[0112]

In order to control the size of discharge current effectively, it is preferred that the strength of the influence which the controlling-the-discharge electrode 3 has to potential structure changes in accordance with the 2nd direction D2 as already stated. Therefore, as for the controlling-the-discharge electrode 3, it is preferred not to be located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. It is because it is difficult to change the strength of the influence of the controlling-the-discharge electrode 3 in accordance with the 2nd direction D2 when the controlling-the-discharge electrode 3 is located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Since it is the same, it is preferred that the controlling-the-discharge electrode 3 is not formed in

the position which is separated from the front, the back 1, i.e., the cathode terminal, and the anode electrode 2 of a discharge path along these arrangement directions (the 1st direction D1).

[0113]

If distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 and distance d_3 between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3 are larger than distance d_1 between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, The controlling-the-discharge electrode 3 is not located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 and distance d_3 between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3 -- abbreviation, if equal, The controlling-the-discharge electrode 3 is not located in the position which is separated from the front, the back 1, i.e., the cathode terminal, and the anode electrode 2 of a discharge path along these arrangement directions (the 1st direction D1).

[0114]

Therefore, distance d_1 between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, Distance d_3 between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3 satisfies the relation of $d_1 < d_2$ and $d_1 < d_3$, and it And distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, By distance d_3 between the anode electrode 2 and the controlling-the-discharge electrode 3 omitting, being, and adopting composition, it becomes possible to realize easily structure which can control discharge current easily and effectively.

[0115]

Next, desirable arrangement of the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 is explained.

[0116]

Like this embodiment, if the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 are formed on the approximately same flat surface, these electrodes can be formed in the same process on the same substrate. Therefore, these electrodes can be simultaneously formed using the same mask or the same screen plate, and manufacture of the active device 100 can be simplified.

[0117]

Like this embodiment, it is preferred that distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 and longest distance d_1' between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 satisfy the relation of $d_2 \geq d_1'$. When discharge occurs between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, discharge occurs not only between the approaching ends but between the isolated ends. Distance d_2 between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 because it is more than longest distance d_1' between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. The field intensity between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 becomes weak relatively, and it becomes difficult to generate discharge between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3. Therefore, it can control that discharge current flows between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, and most electric power consumed in order to control discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 can be made into zero. As a result, a high input impedance state is realized and power consumption can be reduced.

[0118]

As for the pressure of discharge gas, it is more preferred than the firing potential between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 to be set up so that the firing potential between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 may become high. This Reason is explained referring to drawing 4. Drawing 4 is a figure showing the pressure dependency of the firing potential in the active device 100, The solid line 103 in a figure shows the firing potential between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (inter electrode distance is about 50 micrometers), and the solid line 104 shows the firing potential between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 (inter electrode distance is about 150 micrometers). Firing potential is the minimum of the voltage which discharge generates under a predetermined condition.

[0119]

If the solid line 104 is set as the field located in the high-tension side rather than the solid line 103, the pressure

of discharge gas. Rather than namely, the firing potential between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. If the firing potential between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3 is set as the field (for example, field 102 surrounded with the dashed line shown in drawing 4) which becomes high, Between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, it is hard to generate discharge to what discharge tends to generate between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, it can control that discharge current flows between the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, and most electric power consumed in order to control discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 can be made into zero. Therefore, the active device 100 set up as mentioned above excels [pressure / of discharge gas] in low-power-consumption nature.

[0120]

In this embodiment, although the active device 100 provided with helium as discharge gas was explained, the atmosphere (nitrogen and oxygen) may be used with atmospheric pressure as discharge gas. When using the atmosphere with atmospheric pressure, the process of enclosing the process and discharge gas which form gas-charging structure can be skipped, and a manufacturing cost can be lowered.

[0121]

The cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 do not need to be formed on the same flat surface, and may be provided on the base material (for example, substrate) with separate each. For example, as shown in drawing 5 and drawing 6, when the counter substrate 11 which counters the substrate 10 via the septum 8 which consists of dielectric materials is formed, the controlling-the-discharge electrode 3, as shown in drawing 5, it is made from for example, interval $s1=20\text{micrometer}$ with $T=50\text{micrometers}$ in thickness, and the substrate 10 in the septum 8 -- as it carries out and was shown in drawing 6, it may be arranged on the counter substrate 11 (for example, it is set to interval $s2=150\text{micrometer}$ with the substrate 10 -- as).

[0122]

Although the active device 100 is suitably used as a switching element provided for every pixel of a display, of course, it can be used for other uses. For example, it can use also as an amplifier. While forming the active device 100 as a switching element for every display pixel of Television Sub-Division, specifically, The active device 100 can be formed around an indicator as a voice amplifier of amplifier, and it becomes possible to form an indicator and an amplifier part simultaneously by having such composition (at the same process). The active device 100 is used also as a light emitting device by providing a fluorescent substance layer in the neighborhood so that it may mention later.

[0123]

(Embodiment 2)

The structure of the light emitting device 200 of this embodiment is explained referring to drawing 7.

[0124]

The light emitting device 200 is provided with the following.

The active device 100 of Embodiment 1.

The fluorescent substance layer 5 arranged near the active device 100.

Hereafter, a more concrete structure is explained.

[0125]

The active device 100 is formed on the substrate (for example, glass substrate) 10, and the counter substrate (for example, glass substrate) 11 is formed so that the substrate 10 may be countered via the septum 8 which consists of dielectric materials. In this embodiment, the height of the septum 8 is 200 micrometers. And the fluorescent substance layer 5 which absorbs ultraviolet rays on the surface by the side of the substrate 10 of the counter substrate 11 (active device 100 side), and emits visible light to it is formed. Here, the anode electrode 2 is grounded.

[0126]

Although omitted in the figure, A closed space is formed in the circumference of the active device 100 by pasting the substrate 10 and the counter substrate 11 together, after applying fritto material to the periphery of the active device 100 annularly, Discharge gas is enclosed in this closed space (the neon with which the xenon was mixed 5% encloses by pressure 15kPa). As discharge gas, the gas which mixed rare gas and these mixed gas, such as helium, argon, and neon, and a xenon can be used conveniently. In using the gas containing a xenon as discharge gas, it uses radiation of the vacuum ultraviolet region (wavelength is 140-180 nm) of a xenon for excitation of the fluorescent substance layer 5. Of course, gas other than a xenon may be mixed and other gas

(for example, mercury gas etc.) which emits ultraviolet rays may be used.

[0127]

In the light emitting device 200, if discharge (plasma discharge) occurs between the cathode terminal 1 of the active device 100, and the anode electrode 2, the xenon contained in discharge gas will be excited. And the ultraviolet rays emitted from the excited xenon are absorbed by the fluorescent substance layer 5, and the fluorescent substance layer 5 emits light.

[0128]

As shown the active device 100 in drawing 2 (a) and (b), when it drove, it was checked that the size (strength of discharge current) of discharge current and the light emitting luminance of the fluorescent substance layer 5 are in proportionality mostly. It is because the size of discharge current and the amount of ultraviolet radiation from a xenon have a relation of a monotone increase as for the light emitting luminance of the fluorescent substance layer 5 being controllable in this way and it can control the radiant quantities of the ultraviolet rays 103 by potential of the controlling-the-discharge electrode 3. As mentioned above, the quantity of the light generated by the photoluminescence effect is controllable in analog by arranging the fluorescent substance layer 5 near the active device 100.

[0129]

(Embodiment 3)

The display 300 provided with the light emitting device 200 is explained referring to drawing 8 (a) and (b), and drawing 9 (a) - (c). Drawing 8 (a) is a plan showing the display 300 typically, and drawing 8 (b) is a plan expanding and showing the field corresponding to one pixel of the display 300. Drawing 9 (a) - (c) is the sectional view which met the 9A-9A' line in drawing 8 (b), and the 9B-9B' line and 9C-9C' line.

[0130]

As shown in drawing 8 (a), the display 300 has two or more pixels P arranged by the matrix form which has a line and a sequence, and has the light emitting device 200 shown in drawing 7 at two or more every pixel P. Drawing 8 (a) is a mimetic diagram and the actual pixel number of the display 300 is 640x480 pieces here. The sizes of the one pixel P are 960 micrometers x 320 micrometers. The light emitting device 200 provided in each pixel P is provided with the active device 100 as shown also in drawing 7, and the active matrix driven of the display 300 is carried out. The cathode terminal 1, the ASODO electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 of the active device 100 are arranged on the drawing 9 (a) dielectric layer 24 formed on the substrate (for example, glass substrate) 10 as shown in - (c) (typically thick-film-dielectrics layer).

[0131]

The display 300 has the scanning wiring (gate signal line) 21 electrically connected to the cathode terminal 1, and the signal wiring (data signal line) 22 electrically connected to the controlling-the-discharge electrode 3, and has the grounding wiring 23 electrically further connected to the anode electrode 2. In drawing 8 and drawing 9, for intelligibility, a dashed dotted line shows the signal wiring 22, and the dashed line shows the grounding wiring 23.

[0132]

The scanning wiring 21 and the signal wiring 22 are formed for every line and every sequence, respectively. It is electrically connected to the gate driver formed out of the viewing area, and scanning voltage (gate voltage) is supplied to the scanning wiring 21 from a gate driver. It is electrically connected to the data driver formed out of the viewing area, and a signal level (data voltage) is supplied to the signal wiring 22 from a data driver. The grounding wiring 23 is grounded out of the viewing area.

[0133]

In this embodiment, the scanning wiring 21 and the grounding wiring 23, As shown in drawing 9 (b) and drawing 9 (c), respectively, it is formed on the glass substrate 10 under the dielectric layer 24, and it is electrically connected to the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 via the opening (through hole) 24a provided in the dielectric layer 24. The signal wiring 22 is formed on the dielectric layer 24, as shown in drawing 9 (a) - (c).

[0134]

As the active device 100 and the light emitting device 200 which the display 300 has were already described, they can be manufactured, and they can be manufactured using publicly known techniques, such as photolithography method and screen printing. The dielectric layer 24, the scanning wiring 21, the signal wiring 22, and the grounding wiring 23 can also be manufactured with a publicly known technique using a publicly known material. Since it is not necessary to use expensive vacuum devices if the thick film forming methods, such as screen printing, are used, a cost advantage is large. As the gate driver which supplies scanning voltage to the

scanning wiring 21, and a data driver which supplies a signal level to the signal wiring 22, what is used for the liquid crystal display of a general active matrix driven can be used. However, it is preferred to use a pressure-proof big thing (for example, thing of the resisting pressure 300V) as a gate driver, so that voltage required to generate discharge can be borne. In the structure illustrated to drawing 8 and drawing 9, the cathode terminal 1, the ASODO electrode 2, the controlling-the-discharge electrode 3, and the signal wiring 22 can be simultaneously formed with screen printing, and the scanning wiring 21 and the grounding wiring 23 can also be formed simultaneously. Therefore, compared with the case where the conventional display provided with TFT as an active device is manufactured, mask number of sheets, photolithography processes, etc. can be reduced substantially, and a manufacturing cost can be reduced.

[0135]

The drive method of the display 300 is explained referring to drawing 10 (a), (b), and (c). As typically shown in drawing 10 (a), the display 300 has two or more pixels arranged by matrix form. In drawing 10 (a), nm [the pixel of eye an n line m sequence] is written.

[0136]

First, from a gate driver, the scanning voltage (gate voltage) V_{gn} (V_{g1} , V_{g2} , V_{g3} , ...) is supplied to the scanning wiring 21 provided for every line sequentially from the 1st line, and the scanning voltage V_{gn} as a discharge generated voltage is supplied to it via the scanning wiring 21 at the cathode terminal 1. As shown in drawing 10 (b), as for a gate driver, amplitude (size of voltage) generates the pulse voltage of regularity (here 10 microseconds) of pulse width in regularity (here-250V).

[0137]

Synchronizing with this, the signal level (data voltage) (V_{dn1} , V_{dn2} , V_{dn3} , ...) V_{dnm} is supplied to the signal wiring 22 provided for every sequence from a data driver to predetermined timing, The signal level V_{dnm} as controlling-the-discharge voltage is supplied to the controlling-the-discharge electrode 3 via the signal wiring 22. A data driver generates the pulse voltage of the amplitude (size; V_{d11} of voltage, V_{d21} , V_{d31} ...) corresponding to [pulse width is constant and] each data, as shown in drawing 10 (c). the time of here the times of data voltage being 0V being a white gradation display and 50V -- black -- gradation -- it corresponds to a display and the time of data voltage being less than [50V] more greatly than 0V supports the halftone display. Of course, pulse voltage from which amplitude of a data driver is constant and pulse width changes corresponding to each data may be generated.

[0138]

Each pixel will be in a predetermined displaying condition according to the signal level V_{dnm} as controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3. Since ultraviolet rays are not emitted from the active device 100 when the controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3 is voltage which discharge does not generate between the cathode terminal 1 and the ASODO electrode 2, i.e., OFF state voltage, the light emitting device 200 does not emit light. Since ultraviolet rays are emitted from the active device 100 when the controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3 is voltage which discharge generates between the cathode terminal 1 and the ASODO electrode 2, i.e., ON state voltage, the light emitting device 200 emits light. Since the size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 at this time, and the quantity of the ultraviolet rays emitted from the active device 100 change according to controlling-the-discharge voltage, they can change the light emitting luminance of the light emitting device 200 in analog.

[0139]

As mentioned above, the display 300 by this invention is a spontaneous light type display using the photoluminescence effect of the fluorescent substance, and is a display which can control the light emitting luminance in analog.

[0140]

Since the display 300 can perform a multi-gradation display in one address periods about one cycle of a display, a display period is not restricted by two or more address periods. Therefore, improvement in luminosity is easy and a bright display can be realized. Since a multi-gradation display can be performed in one address periods about one cycle of a display, a drive circuit can be simplified compared with PDP using a Pulse-Density-Modulation method. Therefore, a manufacturing cost can be reduced.

[0141]

Since the size of discharge current and the light emitting luminance of the fluorescent substance layer 5 which change almost continuously to controlling-the-discharge voltage have a relation of a monotone increase,

luminosity can be changed in analog. Therefore, it is easy to increase a gradation number and the increase in a gradation number and the simplification of a drive circuit do not serve as a relation of a trade-off.

[0142]

Without using the expensive vacuum devices used when forming a semiconductor layer and gate dielectric film, since it can manufacture using the thick film forming methods, such as screen-stencil, the display 300 can be cheaply manufactured, in spite of being a display which performs an active matrix driven.

[0143]

The composition of the display provided with the active device 100 and the light emitting device 200 is not limited to what was illustrated here. Here, as shown in drawing 9 (b) and (c), the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 are formed on the dielectric layer 24, and explained the case where these were electrically connected to the scanning wiring 21 and the grounding wiring 23 via the through hole 24a, but. For example, the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 may be directly formed on the scanning wiring 21 in drawing 11 (a), and (b), and the drawing 12 (a) opening 24a provided in the dielectric layer 24 like display 300' shown in - (c), and the grounding wiring 23. As shown in drawing 12 (b) and (c) in this case, the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 are located in a crevice, but it is checked that the characteristic as the composition shown in drawing 9 (b) and (c) that the active device 100 (light emitting device 200) is the same is shown.

[0144]

(Embodiment 4)

First, the structure of the active device 400 of this embodiment is explained, referring to drawing 13 (a) and (b). Drawing 13 (a) is a perspective view showing the active device 400 typically, and drawing 13 (b) is a plan showing the active device 400 typically.

[0145]

The active device 400 is provided with the following.

The cathode terminal 1 and the anode electrode 2 which are made to generate discharge in between [mutual] as shown in drawing 1 (a) and (b).

The 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b which control the size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. The size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is controlled according to the potential of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b to mention later.

[0146]

The cathode terminal 1 and the anode electrode 2 are formed at the predetermined intervals in accordance with a certain direction (the 1st direction) D1. The 1st controlling-the-discharge electrode 3a is formed near the discharge path 101, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is formed in the position which is comparatively separated from a discharge path. The 1st controlling-the-discharge electrode 3a is formed between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and, more specifically, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is formed in the position which is separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 in accordance with the 2nd direction D2 that abbreviated-intersects perpendicularly in the 1st direction D1. In this embodiment, the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are formed on the approximately same flat surface, and, more specifically, are formed on the substrate 10 which has the insulating surface.

[0147]

The active device 400 has discharge gas (un-illustrating) ionizable between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 at least. Discharge gas is enclosed with the inside of the gas-charging structure (un-illustrating) formed on the substrate 10, for example.

[0148]

The active device 400 is manufactured as follows, for example.

[0149]

First, the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are formed on the substrate 10. Here, the glass substrate which consists of 3-mm-thick soda glass is used as the substrate 10. Of course, the construction material and thickness of the substrate 10 should just be a substrate which is not limited to this but can bear the manufacturing process of the active device 400. The substrate which has transparency depending on the use of the active device 400 is used. For example, in using the light from a back light for the transmission type liquid crystal display and

penetration reflective two-ways type liquid crystal display which are used for a display, it uses the substrate which has transparency. When using for a high-reflective-liquid-crystal display or an organic electroluminescence display, it may be an opaque substrate which consists of materials, such as metal and resin.

[0150]

The cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are formed with screen printing, using nickel as a material of an electrode. First, the mesh part of the screen version which has a predetermined pattern for the nickel paste constituted including nickel powder, a binder material, etc. is passed, and it applies on the substrate 10. Next, the nickel paste applied on the substrate is dried and solidified at about 300 *. Then, conductivity is obtained by calcinating at about 600 *.

[0151]

Here, the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are formed in rectangular parallelepiped shape (seeing from substrate 10 normal line direction rectangular form) with the following sizes. Although the size illustrated here is a size suitable as a switching element with which the display up to about 60 inches is provided for every pixel at 20 inches or more, of course, it is not limited to this.

Cathode terminal 1: Width W150micrometerx length L180micrometer and 15 micrometers in thickness

Anode electrode 2: Width W250micrometerx length L280micrometer and 15 micrometers in thickness

The 1st controlling-the-discharge electrode 3a: Width W3a50micrometerx length L3a80micrometer and 15 micrometers in thickness

The 2nd controlling-the-discharge electrode 3b: Width W3b50micrometerx length L3b250micrometer and 15 micrometers in thickness

[0152]

As shown in drawing 1, the cathode terminal 1, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the anode electrode 2 are formed so that a long side may counter this order mutually at the predetermined intervals. And the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is formed so that it may not be located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and it is provided so that the long side may counter the shorter side of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. The cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b open the following intervals, and are formed.

[0153]

Distance d_4 =150micrometer between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2

Distance d_5 =250micrometer between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b

Distance d_6 =250micrometer between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b

Longest distance d_4' =250micrometer between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2

Distance d_7 =50micrometer between the cathode terminal 1 and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a

Distance d_8 =50micrometer between the anode electrode 2 and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a

[0154]

As a material of an above-mentioned electrode, it is not limited to nickel, but there is conductivity, metal with a suitable secondary electron emission factor can be used, and silver, aluminum, etc. may be used. The formation method of an electrode is not limited to screen printing, either, but may be formed as a 1 micrometers or more-thick thick film using the sandblasting method, a photosensitive paste method, etc. A 1 micrometer or less-thick thin film may be formed using a sputtering technique or electron beam evaporation method, and it may form in a predetermined electrode pattern (shape) according to dry etching or a wet etching process. If screen printing is used like this embodiment, formation of an electrode can be performed simple and enlargement of the device with which many switching elements were formed on the substrate will be realized easily.

[0155]

Secondary electron emission factors, such as a 6 Howe-ized lantern, 6 Howe-ized gadolinium or magnesium oxide, are high on the surface of the electrode formed as mentioned above, and the coating membrane which consists of material which has high weld slag-proof nature may be formed in it. Such coating membrane can be formed using an electrodeposition process, a sputtering technique or electron beam evaporation method, etc., for

example.

[0156]

Next, gas-charging structure is formed on the substrate 10 with which the electrode was formed as mentioned above. First, the fritto material which uses glass as the main ingredients is applied so that the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b may be surrounded. Then, the gas-charging structure which the substrate with which the electrode was formed, and the glass plate pasted up by fritto material is formed by arranging to a position the spacer (about 200 micrometers in height) and the glass plate for closure which specify the height of gas-charging structure, and calcinating them at about 600 **. Then, vacuum suction of the inside of gas-charging structure is carried out, and a xenon encloses and closes the neon mixed 5% by the pressure of 15kPa as discharge gas. What is necessary is just to form gas-charging structure so that they may be surrounded in forming two or more active devices 100 on the substrate 10.

[0157]

What is necessary is just gas which it is not limited to what was illustrated here as discharge gas, and an electrode is not corroded, or does not adhere to an electrode. If rare gas, such as helium, argon, neon, and a xenon, and these mixtures are used, discharge can be generated on comparatively low voltage. Since gas-charging structure and its making process can be skipped as discharge gas if the atmosphere is used with atmospheric pressure, simpler composition is realized and a manufacturing process can be simplified.

[0158]

Hereafter, the characteristic and the principle of operation of the active device 400 of this embodiment which were formed as mentioned above are explained.

[0159]

The active device 400 functions as a switching element which drives a passive component, for example. When driving a passive component (driven part) using the active device 400, as shown in drawing 13 (a), for example, The power supply 6 and the cathode terminal 1 which supply a discharge generated voltage (here direct-current constant-voltage ****) are electrically connected, and the power supply 7a and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a which supply the 1st controlling-the-discharge voltage (here gate voltage V_g) are electrically connected. The power supply 7b and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b which supply the 2nd controlling-the-discharge voltage (here data voltage V_d) are electrically connected, and the anode electrode 2 and the driven part (passive component) 4 are electrically connected. Here, a discharge generated voltage is in the state where voltage is not impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and is the voltage of sufficient size to generate discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. If the active device 400 is one when it is the liquid crystal capacity which consists of an electrode (a picture element electrode and a counterelectrode) of a couple, and a liquid crystal layer pinched among these, for example when the driven part 4 is capacity equivalent, an electric charge will be accumulated in the driven part 4. If the active device 400 is one when the driven part 4 is resistance equivalent, and it is an organic electroluminescence (electroluminescence) element, for example, current will flow into the driven part 4.

[0160]

The active device 400 functions by equipping the neighborhood with the fluorescent substance layer as a light emitting device which makes a fluorescent substance layer emit light by plasma discharge. If the ultraviolet radiation from the size (quantity) of discharge current and the excitation gas (for example, xenon) in plasma has a relation of a monotone increase, Since the ultraviolet quantity generated from the active device 400 is controllable according to the potential of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, the luminosity of luminescence by the photoluminescence effect is controllable.

[0161]

The characteristic of the active device 400 of this embodiment is explained referring to drawing 14 (a) and (b). Drawing 14 (a) and (b) is in the state which impressed fixed direct-current-voltage **** of -250V to the cathode terminal 1, One side of the 2nd controlling-the-discharge voltage V_d impressed to the 1st controlling-the-discharge voltage V_g and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b which are impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is set constant. It is a graph which shows change of the current I supplied to the driven part 4 when changing another side (that is, it flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2).

[0162]

If the 2nd controlling-the-discharge voltage V_d which considers the 1st controlling-the-discharge voltage V_g impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a as regularity ($V_g = -40V$), and is impressed to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is changed as shown in drawing 14 (a), The size of the current I supplied to the driven part 4 changes linearly smoothly from zero to a predetermined size.

[0163]

Thus, in the active device 400, the size of the current I supplied to the driven part 4 is controllable. This is for the size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 to change with the relative height relations of each potential of the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. Hereafter, the relation between the height relation of the potential of the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b and the size of discharge current and the function of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are explained in more detail, referring to drawing 15 (a) - (c). Drawing 15 (a) - (c) is a figure showing typically the line of electric force E by which it is generated according to inter-electrode potential difference.

[0164]

First, the potential V_{3b} of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b does as the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2, and when lower than the potential V_2 of the anode electrode 2 (when it is $V_2 > V_{3b} > V_1$), The potential difference ($V_2 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is larger than the potential difference ($V_{3b} - V_1$) between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. Therefore, as shown in drawing 15 (a), the line of electric force E mainly exists between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, when voltage is impressed to each electrode so that it may become such potential, discharge occurs between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and discharge current flows among these.

[0165]

There is no potential V_{3b} of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b between the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2, and when higher than the potential V_2 of the anode electrode 2 (when it is $V_{3b} > V_2 > V_1$), The potential difference ($V_3 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b becomes larger than the potential difference ($V_2 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, the line of electric force E exists also not only between between a cathode terminal and the anode electrodes 2 but between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, as shown in drawing 15 (b). Therefore, when voltage is impressed to each electrode so that it may become such potential, the discharge generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is weak compared with the case where it is shown in drawing 15 (a), and the size of the discharge current which flows among these is small compared with the case where it is shown in drawing 15 (a).

[0166]

And there is no potential V_{3b} of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b between the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2, and when higher enough than the potential V_2 of the anode electrode 2, The potential difference ($V_{3b} - V_1$) between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b becomes larger enough than the potential difference ($V_2 - V_1$) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, as the line of electric force E is shown in drawing 15 (c), it mainly exists between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and hardly exists between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, when voltage is impressed to each electrode so that it may become such potential, between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, it hardly generates, and discharge current hardly flows into it through discharge among these.

[0167]

Thus, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b leads selectively the line of electric force E generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and does so the function to reduce the number of the line of electric force E between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (namely, field intensity) by it.

[0168]

If the 1st controlling-the-discharge voltage V_g which considers the 2nd controlling-the-discharge voltage V_d impressed to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b as regularity ($V_d = 0V$ or $V_d = +30V$), and is impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is changed as shown in drawing 14 (b), about -- the size of the

current I changes from zero rapidly to a predetermined size bordering on $-60V$ -- the ON state and OFF state of the active device 400 -- about -- it changes bordering on $-60V$.

[0169]
Thus, in the active device 400, turning on and off of the current I supplied to the driven part 4 is controllable by changing the 1st controlling-the-discharge voltage V_g . Hereafter, this Reason and the function of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a are explained, referring to drawing 16 (a) - (e).

[0170]
When the 1st controlling-the-discharge electrode 3a does not exist, While the strong (the interval of an equipotential surface is narrow) electric field which the equipotential surface EQ concentrated near the electrode (cathode terminal 1) by the side of negative potential will occur as shown in drawing 16 (a) if plasma discharge occurs, in other portions, a weak electric field occurs and a stable potential structure is formed in discharge space.

[0171]
On the other hand, according to the potential given to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, when the 1st controlling-the-discharge electrode 3a exists, the potential structure (distribution of the equipotential surface EQ of discharge space) of discharge space changes, as shown in drawing 16 (b) - (e).

[0172]
As the potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a indicated drawing 16 (b) that it was almost the same as the potential V_2 of the anode electrode 2 ($V_{3a}=V_2 \gg V_1$), The potential structure of discharge space is disturbed a little by the potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the potential structure where the equipotential surface EQ mainly exists between the cathode terminal 1 and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is formed. Therefore, although discharge current flows, the size is small compared with the case where it is shown in drawing 16 (a).

[0173]
the potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is between the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2 -- the potential V_2 of the anode electrode 2 -- a few -- it is low ($V_2 > V_{3a} > V_1$), as shown in drawing 16 (c), Since it is a near stable potential structure and the discharge path 101 is thickly secured when shown in drawing 16 (a) (when the 1st controlling-the-discharge electrode 3a does not exist), discharge current flows through the potential structure of discharge space most greatly.

[0174]
the potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is between the potential V_1 of the cathode terminal 1, and the potential V_2 of the anode electrode 2 -- the potential V_2 of the anode electrode 2 -- enough -- it is low ($V_2 \gg V_{3a} \gg V_1$), as shown in drawing 16 (d), Since the potential structure of discharge space is disturbed a little by the potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, the discharge path 101 separates from the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, it becomes thin, and discharge current decreases. Since the potential structure of discharge space will be remarkably disturbed by the potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a as shown in drawing 16 (e) if potential V_{3a} of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is made still lower, in accordance with a discharge path, a desirable potential structure does not exist in maintaining a discharge, therefore discharge current does not flow.

[0175]
The function in which the 1st controlling-the-discharge electrode 3a disturbs the potential structure of the discharge generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 as mentioned above, That is, it has the function to change distribution of the equipotential surface EQ resulting from the discharge generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and it becomes possible to control discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 by that. In the state which showed in drawing 16 (c) - (e). Since the potential difference between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is larger, between the cathode terminal 1 and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, it is hard to generate discharge, and easier to generate discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 than the potential difference between the cathode terminal 1 and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a.

[0176]
The element characteristic of the active device 400 at the time of discharge generated-voltage $****=-250V$ and 2nd controlling-the-discharge voltage $V_d=0V$ is shown in drawing 17. In drawing 17, the point equivalent to the state of drawing 16 (b) - (e) is shown using reference mark (b) - (e).

[0177]

As shown in drawing 17, the active device 400 functions considering the state which showed the state which showed in drawing 16 (b), (c), and (d) in an ON state and drawing 16 (e) as an OFF state. That is, ON-and-OFF control of the discharge current can be carried out by changing the state (the voltage impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is -40V) which showed in drawing 16 (c), and the state (the voltage impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a is -70V) which showed in drawing 16 (e). Therefore, it is not necessary to impress high voltage (for example, -250V) to the cathode terminal 1 in pulse using the driver of high withstand pressure. ON and OFF of discharge current is controllable by what the voltage impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a where a direct-current constant voltage is impressed to the cathode terminal 1 is changed for in a comparatively low voltage region (for example, it changes by -40V and -70V).

[0178]

In the active device 400 according to this invention as mentioned above, Where a discharge generated voltage is impressed between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, By adjusting the 1st controlling-the-discharge voltage impressed to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b impressed to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, The size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 can be changed, and the size of the current I supplied to the driven part 4 can be controlled by that. That is, it can be said that the active device 400 by this invention is 4 terminal active device which made the plasma discharging part the channel. However, the active device 400 by this invention like the existing active device (for example, thin film transistor), Since it needed to have neither a semiconductor layer nor a gate insulating layer and discharge (plasma discharge) and its generating characteristic have realized the effect equivalent to these, the expensive vacuum devices for producing a semiconductor layer and gate dielectric film on the occasion of the manufacture are not needed. Therefore, the frame of plant-and-equipment investment can be lessened and the manufacturing cost of the element itself can be made low.

[0179]

The active device 400 by this invention has the 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and its 1st controlling-the-discharge electrode 3a is closer to the course 101 of the discharge generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 than the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. In other words, the active device 400 is provided with the following. The 1st controlling-the-discharge electrode 3a comparatively near the discharge path 101. The 2nd controlling-the-discharge electrode 3b comparatively far from the discharge path 101. Therefore, as shown in drawing 16 (b) - (e), the 1st controlling-the-discharge electrode 3a near the discharge path 101 performs ON-and-OFF control of discharge current chiefly, Drawing 15 (a) As shown in - (c), the size of discharge current is smoothly controllable by the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b far from the discharge path 101. Therefore, the drive using voltage comparatively low as the 1st controlling-the-discharge voltage and the 2nd controlling-the-discharge voltage is attained, using direct current voltage as a discharge generated voltage. Therefore, since it becomes unnecessary to use the high-withstand-pressure driver which can impress high tension in pulse as a power supply, a manufacturing cost can be reduced.

[0180]

As mentioned above, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b control the size of discharge current by the active device 400 by this invention in collaboration. Hereafter, desirable arrangement of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is explained.

[0181]

The potential structure generated according to potential difference with the anode electrode 2 with the cathode terminal 1 can be effectively broken down by forming the 1st controlling-the-discharge electrode 3a in the position possible nearest to the discharge path 101 (impression of comparatively low voltage). For example, the ON-and-OFF control of the discharge current can be effectively carried out like this embodiment by forming the 1st controlling-the-discharge electrode 3a between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (impression of comparatively low voltage).

[0182]

Like this embodiment, the size of discharge current is easily and effectively controllable by forming the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b in the side of the discharge path 101, and the position which is more

specifically separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 in accordance with the 2nd direction D2. This Reason is as follows. It changes according to the distance of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b and its place (point), it is so strong that it is near, and the strength of the influence which the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b has on the potential structure of a certain place (point) in discharge space is so weak that it is far. The 2nd controlling-the-discharge electrode 3b on the side of the discharge path 101, and a twist concrete target. If provided in the position which is separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 in accordance with the 2nd direction D2, the strength of the influence which the potential of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b has to the potential structure generated according to the potential difference of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 will change in accordance with the 2nd direction D2. That is, the strength of the influence which the potential of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b has to the line of electric force E (it is parallel to the 1st direction and more than one are located in a line in accordance with the 2nd direction) generated according to the potential difference of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 changes in accordance with the 2nd direction D2 (direction with which line of electric force is located in a line). Therefore, it becomes easy to lead selectively the line of electric force generated between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (inside of discharge space) to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and to adjust field intensity, and, as a result, the size of discharge current can be controlled easily and effectively.

[0183]

If it has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction D2 to which the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 abbreviated-intersect perpendicularly in the 1st direction D1 that is an arrangement direction like this embodiment, the size of discharge current can be controlled more effectively. This Reason is as follows. In order to control effectively the number of the line of electric force by which it is generated in discharge space, it is preferred that the strength of the influence which the potential of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b has on the potential structure in discharge space changes a lot in discharge space. That the longitudinal direction of the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 is parallel to the 2nd direction D2, Since I hear that the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is separated from the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 along with the longitudinal direction, a difference with the longest distance of the shortest distance of discharge space and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, discharge space, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is greatly securable. Therefore, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b can change a lot the strength of the influence which it has on the potential structure in discharge space in discharge space. Therefore, it becomes easier to lead the line of electric force E to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b selectively, and to control discharge current.

[0184]

When the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 have the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction D2, If the 1st controlling-the-discharge electrode 3a has the shape as which a longitudinal direction is specified in parallel with the 2nd direction D2, potential structure can be broken down more effectively and ON-and-OFF control of the discharge current can be carried out more easily.

[0185]

When the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is the shape which has a longitudinal direction, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b can have influence more effectively to the potential structure generated in discharge space as the longitudinal direction is parallel to the 1st direction D1.

[0186]

In this embodiment, rather than distance d_4 (= 150 micrometers) between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Distance d_5 (= 250 micrometers) between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b and distance d_6 (= 250 micrometers) between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are large, Distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b and distance d_6 between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are equal.

[0187]

In order to control the size of discharge current effectively, it is preferred that the strength of the influence which the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b has to potential structure changes in accordance with the 2nd direction D2 as already stated. Therefore, as for the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, it is

preferred not to be located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. It is because it is difficult to change the strength of the influence of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b in accordance with the 2nd direction D2 when the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Since it is the same, it is preferred that the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is not formed in the position which is separated from the front, the back 1, i.e., the cathode terminal, and the anode electrode 2 of a discharge path along these arrangement directions (the 1st direction D1).

[0188]

If distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b and distance d_6 between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are larger than distance d_4 between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, The 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is not located between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, distance d_6 between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b -- abbreviation -- if equal, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is not located in the position which is separated from the front, the back 1, i.e., the cathode terminal, and the anode electrode 2 of a discharge path along these arrangement directions (the 1st direction D1).

[0189]

Therefore, distance d_4 between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, Distance d_6 between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b satisfies the relation of $d_4 < d_5$ and $d_4 < d_6$, and it And distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, By distance d_6 between the anode electrode 2 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b omitting, being, and adopting composition, it becomes possible to realize easily structure where smooth control of discharge current can be performed easily and effectively.

[0190]

Then, desirable arrangement of the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is explained.

[0191]

Like this embodiment, if the cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b are formed on the approximately same flat surface, these electrodes can be formed in the same process on the same substrate. Therefore, these electrodes can be simultaneously formed using the same mask or the same screen plate, and manufacture of the active device 400 can be simplified.

[0192]

Like this embodiment, it is preferred that distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b and longest distance d_4' between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 satisfy the relation of $d_5 > d_4'$. When discharge occurs between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, discharge occurs not only between the approaching ends but between the isolated ends. Distance d_5 between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b because it is more than longest distance d_4' between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. The field intensity between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b becomes weak relatively, and it becomes difficult to generate discharge between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. Therefore, it can control that discharge current flows between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and most electric power consumed in order to control discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 can be made into zero. As a result, a high input impedance state is realized and power consumption can be reduced.

[0193]

As for the pressure of discharge gas, it is more preferred than the firing potential between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 to be set up so that the firing potential between the cathode terminal 1 and the 2nd

controlling-the-discharge electrode 3b may become high. This Reason is explained referring to drawing 18. Drawing 18 is a figure showing the pressure dependency of the firing potential in the active device 400. The solid line 403 in a figure shows the firing potential between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 (inter electrode distance is about 150 micrometers), and the solid line 404 shows the firing potential between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b (inter electrode distance is about 250 micrometers). Firing potential is the minimum of the voltage which discharge generates under a predetermined condition.

[0194]

If the solid line 404 is set as the field located in the high-tension side rather than the solid line 403, the pressure of discharge gas. Rather than namely, the firing potential between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. If the firing potential between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b is set as the field (for example, field 402 surrounded with the dashed line shown in drawing 18) which becomes high, Between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, it is hard to generate discharge to what discharge tends to generate between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2. Therefore, it can control that discharge current flows between the cathode terminal 1 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and most electric power consumed in order to control discharge between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2 can be made into zero. Therefore, the active device 400 set up as mentioned above excels [pressure / of discharge gas] in low-power-consumption nature.

[0195]

In this embodiment, although the active device 400 provided with helium as discharge gas was explained, the atmosphere (nitrogen and oxygen) may be used with atmospheric pressure as discharge gas. When using the atmosphere with atmospheric pressure, the process of enclosing the process and discharge gas which form gas-charging structure can be skipped, and a manufacturing cost can be lowered.

[0196]

The cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b do not need to be formed on the same flat surface, and may be provided on the base material (for example, substrate) with separate each. For example, as shown in drawing 19 and drawing 20, when the counter substrate 11 which counters the substrate 10 via the septum 8 which consists of dielectric materials is formed, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, as shown in drawing 19, it is made from for example, thickness $T'=50\text{micrometer}$ and interval $s3=50\text{micrometer}$ with the substrate 10 in the septum 8 -- as it carries out and was shown in drawing 20, it may be arranged on the counter substrate 11 (for example, it is set to interval $s4=150\text{micrometer}$ with the substrate 10 -- as).

[0197]

Although the active device 400 is suitably used as a switching element provided for every pixel of a display, of course, it can be used for other uses. For example, it can use also as an amplifier. While forming the active device 400 as a switching element for every display pixel of Television Sub-Division, specifically, The active device 400 can be formed around an indicator as a voice amplifier of amplifier, and it becomes possible to form an indicator and an amplifier part simultaneously by having such composition (at the same process). The active device 400 is used also as a light emitting device by providing a fluorescent substance layer in the neighborhood so that it may mention later.

[0198]

(Embodiment 5)

The structure of the light emitting device 500 of this embodiment is explained referring to drawing 21.

[0199]

The light emitting device 500 is provided with the following.

The active device 400 of Embodiment 4.

The fluorescent substance layer 5 arranged near the active device 400.

Hereafter, a more concrete structure is explained.

[0200]

The active device 400 is formed on the substrate (for example, glass substrate) 10, and the counter substrate (for example, glass substrate) 11 is formed so that the substrate 10 may be countered via the septum 8 which consists of dielectric materials. In this embodiment, the height of the septum 8 is 200 micrometers. And the fluorescent substance layer 5 which absorbs ultraviolet rays on the surface by the side of the substrate 10 of the counter substrate 11 (active device 400 side), and emits visible light to it is formed. Here, the anode

electrode 2 is grounded.

[0201]

Although omitted in the figure, A closed space is formed in the circumference of the active device 400 by pasting the substrate 10 and the counter substrate 11 together, after applying fritto material to the periphery of the active device 400 annularly. Discharge gas is enclosed in this closed space (the neon with which the xenon was mixed 5% encloses by pressure 15kPa). As discharge gas, the gas which mixed rare gas and these mixed gas, such as helium, argon, and neon, and a xenon can be used conveniently. In using the gas containing a xenon as discharge gas, it uses radiation of the vacuum ultraviolet region (wavelength is 140–180 nm) of a xenon for excitation of the fluorescent substance layer 5. Of course, gas other than a xenon may be mixed and other gas (for example, mercury gas etc.) which emits ultraviolet rays may be used.

[0202]

In the light emitting device 500, if discharge (plasma discharge) occurs between the cathode terminal 1 of the active device 400, and the anode electrode 2, the xenon contained in discharge gas will be excited. And the ultraviolet rays emitted from the excited xenon are absorbed by the fluorescent substance layer 5, and the fluorescent substance layer 5 emits light.

[0203]

As shown the active device 400 in drawing 14 (a) and (b), when it drove, it was checked that the size (strength of discharge current) of discharge current and the light emitting luminance of the fluorescent substance layer 5 are in proportionality mostly. It is because the size of discharge current and the amount of ultraviolet radiation from a xenon have a relation of a monotone increase as for the light emitting luminance of the fluorescent substance layer 5 being controllable in this way and it can control the radiant quantities of the ultraviolet rays 103 by potential of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. As mentioned above, the quantity of the light generated by the photoluminescence effect is controllable in analog by arranging the fluorescent substance layer 5 near the active device 400. The ON-and-OFF control of the luminescence was able to be carried out by changing the potential of the 1st controlling-the-discharge electrode 3a in a comparatively low voltage region (from -40V to -70V [for example,]). That is, it is not necessary to use the driver of high tension which is used by PDP although the light emitting device 500 by this invention is driven, and high withstand pressure.

[0204]

(Embodiment 6)

The display 600 provided with the light emitting device 500 is explained referring to drawing 22 (a) and (b), and drawing 23 (a) – (d). Drawing 22 (a) is a plan showing the display 600 typically, and drawing 22 (b) is a plan expanding and showing the field corresponding to one pixel of the display 600. Drawing 23 (a), (b), (c), and (d) are the sectional views which met the 23A–23A' line and 23B–23B' line in drawing 22 (b), and the 23C–23C' line and 23D–23D' line.

[0205]

As shown in drawing 22 (a), the display 600 has two or more pixels P arranged by the matrix form which has a line and a sequence, and has the light emitting device 500 shown in drawing 21 at two or more every pixel P. Drawing 22 (a) is a mimetic diagram and the actual pixel number of the display 600 is 640x480 pieces here. The sizes of the one pixel P are 960 micrometers x 320 micrometers. The light emitting device 500 provided in each pixel P is provided with the active device 400 as shown also in drawing 21, and the active matrix driven of the display 600 is carried out. The cathode terminal 1, the ASODO electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b of the active device 400 are arranged on the drawing 23 (a) dielectric layer 24 formed on the substrate (for example, glass substrate) 10 as shown in – (d) (typically thick-film-dielectrics layer).

[0206]

The display 600 is provided with the following.

Scanning wiring (gate signal line) 21 electrically connected to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a. Grounding wiring 23 which has the signal wiring (data signal line) 22 electrically connected to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and was electrically further connected to the anode electrode 2.

Constant-voltage wiring 26 electrically connected to the cathode terminal 1.

In drawing 22 and drawing 23, for intelligibility, a two-dot chain line shows a dashed dotted line and the signal wiring 22, and the dashed line shows the grounding wiring 23 for the scanning wiring 21.

[0207]

The scanning wiring 21 and the signal wiring 22 are formed for every line and every sequence, respectively. It is

electrically connected to the gate driver formed out of the viewing area, and scanning voltage (gate voltage) is supplied to the scanning wiring 21 from a gate driver. It is electrically connected to the data driver formed out of the viewing area, and a signal level (data voltage) is supplied to the signal wiring 22 from a data driver. The grounding wiring 23 is grounded out of the viewing area, and the constant voltage (for example, -250V) of a direct current is supplied to the constant-voltage wiring 26 from a common constant voltage power supply.

[0208]
In this embodiment, the constant-voltage wiring 26, the scanning wiring 21, and the grounding wiring 23, As shown in drawing 9 (b), (c), and (d), respectively, it is formed on the glass substrate 10 under the dielectric layer 24, and it is electrically connected to the cathode terminal 1, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the anode electrode 2 via the opening (through hole) 24a provided in the dielectric layer 24. The signal wiring 22 is formed on the dielectric layer 24, as shown in drawing 9 (a) - (d).

[0209]
As the active device 400 and the light emitting device 500 which the display 600 has were already described, they can be manufactured, and they can be manufactured using publicly known techniques, such as photolithography method and screen printing. The dielectric layer 24, the scanning wiring 21, the signal wiring 22, the grounding wiring 23, and the constant-voltage wiring 26 can also be manufactured with a publicly known technique using a publicly known material. Since it is not necessary to use expensive vacuum devices if the thick film forming methods, such as screen printing, are used, a cost advantage is large. As the gate driver which supplies scanning voltage to the scanning wiring 21, and a data driver which supplies a signal level to the signal wiring 22, what is used for the liquid crystal display of a general active matrix driven can be used. In output rating voltage, as a constant voltage power supply which supplies a constant voltage, amperage rating can use the thing of 1A for the constant-voltage wiring 26 by 400V, for example. In the structure illustrated to drawing 22 and drawing 23, The cathode terminal 1, the ASODO electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and the signal wiring 22 can be simultaneously formed with screen printing, and the scanning wiring 21, the grounding wiring 23, and the constant-voltage wiring 26 can also be formed simultaneously. Therefore, compared with the case where the conventional display provided with TFT as an active device is manufactured, mask number of sheets, photolithography processes, etc. can be reduced substantially, and a manufacturing cost can be reduced.

[0210]
The drive method of the display 600 is explained referring to drawing 24 (a), (b), and (c). As typically shown in drawing 24 (a), the display 600 has two or more pixels arranged by matrix form. In drawing 24 (a), nm [the pixel of eye an n line m sequence] is written.

[0211]
The drive of the display 600 is performed in the state where the direct-current constant voltage (here-250V) is impressed to the cathode terminal 1 via the constant-voltage wiring 26 from the constant voltage power supply.

[0212]
First, from a gate driver (that by which DC bias was carried out to -70V with the resisting pressure 60V here). The scanning voltage (gate voltage) V_{gn} (V_{g1} , V_{g2} , V_{g3} , ...) is supplied to the scanning wiring 21 provided for every line sequentially from the 1st line, and the scanning voltage V_{gn} as the 1st controlling-the-discharge voltage is supplied to it via the scanning wiring 21 at the 1st controlling-the-discharge electrode 3a. A gate driver sets bias voltage to -70V here, as shown in drawing 24 (b), and amplitude (size of voltage) generates the pulse voltage of regularity (10 microseconds) of pulse width in regularity (30V).

[0213]
Synchronizing with this, the signal level (data voltage) (V_{dn1} , V_{dn2} , V_{dn3} , ...) V_{dnm} is supplied to the signal wiring 22 provided for every sequence from a data driver to predetermined timing, The signal level V_{dnm} as the 2nd controlling-the-discharge voltage is supplied to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b via the signal wiring 22. A data driver generates the pulse voltage of the amplitude (size; V_{d11} of voltage, V_{d21} , V_{d31} ...) corresponding to [pulse width is constant and] each data, as shown in drawing 24 (c). the time of here the times of data voltage being 0V being a white gradation display and 50V -- black -- gradation -- it corresponds to a display and the time of data voltage being less than [50V] more greatly than 0V supports the halftone display. Pulse voltage from which amplitude of a data driver is constant and pulse width changes corresponding to each data may be generated.

[0214]
Each pixel will be in a predetermined displaying condition according to the signal level V_{dnm} as the 2nd

controlling-the-discharge voltage impressed to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. Since the size of the discharge current which flows between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, and the quantity of the ultraviolet rays emitted from the active device 400 change according to the 2nd controlling-the-discharge voltage, they can change the light emitting luminance of the light emitting device 500 in analog.

[0215]

As mentioned above, the display 600 by this invention is a spontaneous light type display using the photoluminescence effect of the fluorescent substance, and is a display which can control the light emitting luminance in analog.

[0216]

Since the display 600 can perform a multi-gradation display in one address periods about one cycle of a display, a display period is not restricted by two or more address periods. Therefore, improvement in luminosity is easy and a bright display can be realized. Since a multi-gradation display can be performed in one address periods about one cycle of a display, a drive circuit can be simplified compared with PDP using a Pulse-Density-Modulation method. Therefore, a manufacturing cost can be reduced.

[0217]

Since the size of discharge current and the light emitting luminance of the fluorescent substance layer 5 which change almost continuously to the 2nd controlling-the-discharge voltage have a relation of a monotone increase, luminosity can be changed in analog. Therefore, it is easy to increase a gradation number and the increase in a gradation number and the simplification of a drive circuit do not serve as a relation of a trade-off.

[0218]

Since the 1st controlling-the-discharge electrode 3a near the discharge path 101 and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b far from the discharge path 101 control discharge in collaboration, the drive using voltage comparatively low as the 1st controlling-the-discharge voltage and the 2nd controlling-the-discharge voltage is attained using a direct-current constant voltage as a discharge generated voltage. Therefore, it is not necessary to use the high-withstand-pressure driver which can impress high tension in pulse as a power supply, and a manufacturing cost can be reduced. Specifically, an about [resisting pressure 60V] driver can be used satisfactorily.

[0219]

Without using the expensive vacuum devices used when forming a semiconductor layer and gate dielectric film, since it can manufacture using the thick film forming methods, such as screen-stencil, the display 600 can be cheaply manufactured, in spite of being a display which performs an active matrix driven.

[0220]

The composition of the display provided with the active device 400 and the light emitting device 500 is not limited to what was illustrated here. Here, as shown in drawing 23 (b) - (d), the cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the 1st controlling-the-discharge electrode 3a are formed on the dielectric layer 24. Although the case where these were electrically connected to the constant-voltage wiring 26, the scanning wiring 21, and the grounding wiring 23 via the through hole 24a was explained, For example, the cathode terminal 1, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the anode electrode 2 may be directly formed on the constant-voltage wiring 26 in drawing 25 (a), and (b), and the drawing 26 (a) opening 24a provided in the dielectric layer 24 like display 600' shown in - (d), the scanning wiring 21, and the grounding wiring 23. As shown in drawing 26 (b) - (d) in this case, the cathode terminal 1, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the anode electrode 2 are located in a crevice, but it is checked that the characteristic as the composition shown in drawing 23 (b) - (d) that the active device 400 (light emitting device 500) is the same is shown.

[0221]

(Embodiment 7)

The display 700 of Embodiment 7 by this invention is explained referring to drawing 27 (a) and (b). Drawing 27 (a) and (b) is the perspective view and sectional view showing typically the field corresponding to 1 pixel of the display 700, respectively.

[0222]

The display 700 is an organic electroluminescence display which has two or more pixels arranged by the matrix form which has a line and a sequence, and has the organic EL device 30 and the active device 100 of Embodiment 1 connected to the organic EL device 30 for two or more pixels of every.

[0223]

The cathode terminal 1, the anode electrode 2, and the controlling-the-discharge electrode 3 which the active

device 100 has are formed on the substrate 10, and discharge gas is enclosed between the substrate 10 and the counter substrate 11 which counters the substrate 10.

[0224]

The display 700 has the scanning wiring (gate wire) 21 electrically connected to the cathode terminal 1 of the active device 100, and the signal wiring (data wiring) 22 electrically connected to the controlling-the-discharge electrode 3, and the organic EL device 30 is connected to the anode electrode 2.

[0225]

The scanning wiring 21 and the signal wiring 22 are formed for every line and every sequence, respectively. It is electrically connected to the gate driver formed out of the viewing area, and scanning voltage (gate voltage) is supplied to the scanning wiring 21 from a gate driver. It is electrically connected to the data driver formed out of the viewing area, and a signal level (data voltage) is supplied to the signal wiring 22 from a data driver. The display 700 has the grounding wiring (un-illustrating) electrically connected to the counterelectrode 33, and this grounding wiring is grounded out of the viewing area.

[0226]

The picture element electrode 31 by which the organic EL device 30 was electrically connected to the anode electrode 2, It has the organic electroluminescence (electroluminescence) material layer 32 as an expression-medium layer provided between the counterelectrode 33 which counters the picture element electrode 31, and the picture element electrode 31 and the counterelectrode 33, and light is emitted by supplying current.

[0227]

The display 700 can be driven almost like the display 300 of Embodiment 3. For example, when the same wave-like voltage as what was shown in drawing 10 (b) and (c) is impressed by the cathode terminal 1 and the controlling-the-discharge electrode 3, it drives.

[0228]

Each pixel will be in a predetermined displaying condition according to the controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3. When the controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3 is voltage which discharge does not generate between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, i.e., OFF state voltage, current will not be supplied to the organic EL device 30 as a driven part, and the organic EL device 30 will not be in a luminescent state. When the controlling-the-discharge voltage impressed to the controlling-the-discharge electrode 3 is voltage which discharge generates between the cathode terminal 1 and the anode electrode 2, i.e., ON state voltage, current will be supplied to the organic EL device 30, and the organic EL device 30 will be in a luminescent state. Since the size of the current supplied to the organic EL device 30 at this time changes according to controlling-the-discharge voltage, the light emitting luminance of the organic EL device 30 can be changed, and a multi-gradation display is realized.

[0229]

The display 700 of this embodiment can be manufactured with a publicly known photolithography process, screen printing, etc. using a publicly known material. Since the display 700 is provided with the active device 100 of Embodiment 1 as an active device, it can simplify a manufacturing process rather than the conventional organic electroluminescence display provided with TFT for every pixel, and can also reduce a manufacturing cost.

[0230]

in this embodiment, although the case where it had the organic EL device 30 was explained as a driven part, it is not limited to this but a spontaneous light type element, a light modulation type element, etc. are used suitably – things can be carried out. A driven part may be an element of resistance like the organic EL device 30, and may be a capacitive element like the liquid crystal layer pinched by the electrode of the couple.

[0231]

Display 700' provided with the liquid crystal capacity 40 which consists of the picture element electrode 41 and the counterelectrode 43, and the liquid crystal layer 42 pinched by these as a driven part is shown in drawing 28 (a) and (b).

[0232]

Display 700' has the almost same composition as the display 700 except the point provided with the liquid crystal capacity 40. In the following explanation, it explains focusing on a different point from the display 700.

[0233]

Display 700' has the liquid crystal capacity 40 as a driven part, and the liquid crystal capacity 40 is driven using the active device 100. Since the driven part with which display 700' is provided is a light modulation type

element, in display 700', it displays using the light from a back light, or displays by reflecting an ambient light (outdoor daylight) with a light reflector (or reflector).

[0234]

The liquid crystal layer 42 which the liquid crystal capacity 40 has is enclosed with the field surrounded by the substrate 10, the liquid crystal closure wall 16 established on the substrate 10, and the counter substrate 11.

[0235]

The picture element electrode 41 is formed in the liquid crystal layer 42 side of the substrate 10, and the counterelectrode 43 which is from ITO on the liquid crystal layer 42 side of the counter substrate 11 is formed. On the substrate 10 and the counter substrate 11, it is provided so that the liquid crystal layer 42 may be touched, and the orientation layer (un-illustrating) to which rubbing treatment was performed is formed.

Typically, the counter substrate 11 has a polarized light controlling layer and a color filter layer (all are un-illustrating) in an opposite hand with the liquid crystal layer 42 side further.

[0236]

Discharge gas is enclosed with the space 15 established in the liquid crystal layer 42 by separating the liquid crystal closure wall 16, and the dicing process of the counter substrate 11 is carried out so that the size of this space 15 may turn into a size suitable for discharge.

[0237]

Also in display 700', an active matrix driven is realized like the display 700, and the same advantage as the display 700 is acquired.

[0238]

(Embodiment 8)

The display 800 of Embodiment 8 by this invention is explained referring to drawing 29 (a) and (b). Drawing 29 (a) and (b) is the perspective view and sectional view showing typically the field corresponding to 1 pixel of the display 800, respectively.

[0239]

The display 800 is an organic electroluminescence display which has two or more pixels arranged by the matrix form which has a line and a sequence, and has the organic EL device 30 and the active device 400 of Embodiment 4 connected to the organic EL device 30 for two or more pixels of every.

[0240]

The cathode terminal 1, the anode electrode 2, the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b which the active device 400 has are formed on the substrate 10, and discharge gas is enclosed between the substrate 10 and the counter substrate 11 which counters the substrate 10.

[0241]

The constant-voltage wiring 26 by which the display 800 was electrically connected to the cathode terminal 1 of the active device 400, It has the scanning wiring (gate wire) 21 electrically connected to the 1st controlling-the-discharge electrode 3a, and the signal wiring (data wiring) 22 electrically connected to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, and the organic EL device 30 is connected to the anode electrode 2.

[0242]

The scanning wiring 21 and the signal wiring 22 are formed for every line and every sequence, respectively. It is electrically connected to the gate driver formed out of the viewing area, and scanning voltage (gate voltage) is supplied to the scanning wiring 21 from a gate driver. It is electrically connected to the data driver formed out of the viewing area, and a signal level (data voltage) is supplied to the signal wiring 22 from a data driver. A direct-current constant voltage is supplied to the constant-voltage wiring 26 from the constant voltage power supply established out of the viewing area. The display 800 has the grounding wiring (un-illustrating) electrically connected to the counterelectrode 33, and this grounding wiring is grounded out of the viewing area.

[0243]

The picture element electrode 31 by which the organic EL device 30 was electrically connected to the anode electrode 2, It has the organic electroluminescence (electroluminescence) material layer 32 as an expression-medium layer provided between the counterelectrode 33 which counters the picture element electrode 31, and the picture element electrode 31 and the counterelectrode 33, and light is emitted by supplying current.

[0244]

The display 800 can be driven almost like the display 600 of Embodiment 6. For example, when the same wave-like voltage as what was shown in drawing 24 (b) and (c) is impressed by the 1st controlling-the-discharge

electrode 3a and the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b, it drives.

[0245]

Each pixel will be in a predetermined displaying condition according to the 2nd controlling-the-discharge voltage impressed to the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b. Since the size of the current supplied to the organic EL device 30 changes according to the 2nd controlling-the-discharge voltage, the light emitting luminance of the organic EL device 30 can be changed, and a multi-gradation display is realized.

[0246]

The display 800 of this embodiment can be manufactured with a publicly known photolithography process, screen printing, etc. using a publicly known material. Since the display 800 is provided with the active device 400 of Embodiment 4 as an active device, it can simplify a manufacturing process rather than the conventional organic electroluminescence display provided with TFT for every pixel, and can also reduce a manufacturing cost.

[0247]

in this embodiment, although the case where it had the organic EL device 30 was explained as a driven part, it is not limited to this but a spontaneous light type element, a light modulation type element, etc. are used suitably – things can be carried out. A driven part may be an element of resistance like the organic EL device 30, and may be a capacitive element like the liquid crystal layer pinched by the electrode of the couple.

[0248]

Display 800' provided with the liquid crystal capacity 40 which consists of the picture element electrode 41 and the counterelectrode 43, and the liquid crystal layer 42 pinched by these as a driven part is shown in drawing 30 (a) and (b).

[0249]

Display 800' has the almost same composition as the display 800 except the point provided with the liquid crystal capacity 40. In the following explanation, it explains focusing on a different point from the display 800.

[0250]

Display 800' has the liquid crystal capacity 40 as a driven part, and the liquid crystal capacity 40 is driven using the active device 400. Since the driven part with which display 800' is provided is a light modulation type element, in display 800', it displays using the light from a back light, or displays by reflecting an ambient light (outdoor daylight) with a light reflector (or reflector).

[0251]

The liquid crystal layer 42 which the liquid crystal capacity 40 has is enclosed with the field surrounded by the substrate 10, the liquid crystal closure wall 16 established on the substrate 10, and the counter substrate 11.

[0252]

The picture element electrode 41 is formed in the liquid crystal layer 42 side of the substrate 10, and the counterelectrode 43 which is from ITO on the liquid crystal layer 42 side of the counter substrate 11 is formed. On the substrate 10 and the counter substrate 11, it is provided so that the liquid crystal layer 42 may be touched, and the orientation layer (un-illustrating) to which rubbing treatment was performed is formed. Typically, the counter substrate 11 has a polarized light controlling layer and a color filter layer (all are un-illustrating) in an opposite hand with the liquid crystal layer 42 side further.

[0253]

Discharge gas is enclosed with the space 15 established in the liquid crystal layer 42 by separating the liquid crystal closure wall 16, and the dicing process of the counter substrate 11 is carried out so that the size of this space 15 may turn into a size suitable for discharge.

[0254]

Also in display 800', an active matrix driven is realized like the display 800, and the same advantage as the display 800 is acquired.

[0255]

(Embodiment 9)

The display 900 in this embodiment is explained referring to drawing 31 and drawing 32 (a) and (b).

[0256]

The display 900 is provided with the following.

Two or more pixels P arranged by matrix form.

The drive circuit (for example, driver IC) 53 which outputs the signal for driving these pixels P.

[0257]

The viewing area specified by two or more pixels P has the same structure as the viewing area of the display explained in Embodiments 3, 6, 7, and 8, for example. Or the viewing area of the display 900 has the same structure as the viewing area of PDP (plasma display panel) or PALC (plasma-address-liquid-crystal display). the structure of PALC -- Ito -- fortune -- it being indicated by No. 74 and p.35-40, and in Saburo, an outside binary name, a "plasma-address-liquid-crystal (PALC) display", a sharp technical report, and August, 1999, The principle of the plasma address is indicated by JP,H1-217396,A, for example.

[0258]

The display 900 has further the active device 100 explained in Embodiment 1 between the viewing area and the drive circuit 53. The cathode terminal 1 of the active device 100 is connected to the wiring 55 prolonged toward the pixel P, the anode electrode 2 is connected to the constant-voltage wiring 54 which supplies fixed high tension, and the controlling-the-discharge electrode 3 is connected to the drive circuit 53. As shown in drawing 32 (b), the active device 100 to which each electrode was connected in this way can amplify the electrical signal inputted into the controlling-the-discharge electrode 3, and can output it from the cathode terminal 1. That is, the active device 100 may function as an amplifier which amplifies the signal outputted from the drive circuit 53, and is supplied to two or more pixels P. With *****, in the cathode terminal 1, a collector and the anode electrode 2 achieve an emitter and the controlling-the-discharge electrode 3 plays a role of a base in the conventional transistor for amplification. In the composition illustrated to drawing 31, the substrate 50 which has two or more pixels P is provided with the insulating substrate (for example, glass substrate) 51 and the insulating layer 52 formed on it, The cathode terminal 1, the anode electrode 2, the controlling-the-discharge electrode 3, and the wiring 55 are formed on the insulating layer 32, and the constant-voltage wiring 54 is formed between the insulating substrate 51 and the insulating layer 52.

[0259]

With the display which displays using discharge phenomena, such as PDP (plasma display panel) and PALC (plasma-address-liquid-crystal display), conventionally. Since it is necessary to supply the pulse signal of the high tension for generating discharge to a pixel, the pressure-proof high driver IC has been used as a drive circuit. However, since the driver IC of high withstand pressure is expensive, using the driver of high withstand pressure will cause the increase in a manufacturing cost.

[0260]

On the other hand, since it has the active device 100 which functions as an amplifier, even if the display 900 in this embodiment needs the signal of high tension for the drive of the pixel P, as the drive circuit 53, a pressure-proof low element (for example, driver IC) can be used for it. Therefore, reduction of a manufacturing cost can be aimed at. Since the active device 100 has simple composition as it explained in Embodiment 1, it can be made on a substrate, without adding most new processes in the manufacturing process of a display. Therefore, there is almost no increase in the manufacturing cost by forming the active device 100 as an amplifier. Like the display which the viewing area explained in PDP, PALC, or Embodiments 3, 6, 7, and 8 especially, when it has gas-charging structure from the first, By forming gas-charging structure so that the active device 100 as an amplifier may also be surrounded (a part of gas-charging structure 56 is illustrated in drawing 31), Since the process of forming gas-charging structure separately because of the active device 100 as an amplifier, or enclosing discharge gas can be skipped, the active device 100 can be formed without being substantially accompanied by the increase in a manufacturing process.

[0261]

Here, a more concrete structure of the display 900 is illustrated and explained, referring to drawing 33. The display 900 illustrated to drawing 33 is PDP, and has the structure as three electrode type PDP where a viewing area is the same.

[0262]

The display 900 has two or more discharge cells 90 prolonged along the line writing direction or column direction of the pixel P arranged by matrix form. Each of two or more discharge cells 90 is prescribed by two septa adjoined of the substrate of a couple, and two or more septa which are provided among these and prolonged in accordance with a predetermined direction, and discharge gas is enclosed in each discharge cell 90. On one substrate, the display electrodes 91 and 92 of the couple are formed for every discharge cell, and on the substrate of another side, the address electrode 93 is formed so that these display electrodes 91 and 92 may be intersected. Although the strip-of-paper-like display electrodes 91 and 92 were shown in drawing 33, the wiring prolonged in accordance with the direction to which it is not limited to this, for example, the discharge cell 90 extends may be provided, and the display electrode of the rectangle formed in this wiring and one may be

provided in every pixel P.

[0263]

It is connected to the cathode terminal 1 of the active device 100 as an amplifier, and the cathode terminal 92 of the display electrodes 91 and 92 of the couple of each discharge cell 90 functions as a scan electrode. Out of a viewing area, the anode electrode 91 can give common potential (for example, earth potentials), and functions as a common electrode.

[0264]

In the display 900 which is PDP, in order to generate discharge in each discharge cell 90, it is necessary to impress high tension between the display electrode 91 of a couple, and 92 but, and. Since the display 900 is provided with the active device (it functions as an amplifier) 100 which amplifies the signal outputted from the drive circuit 53, as the drive circuit 53, a pressure-proof low thing (for example, general driver IC for liquid crystal displays) can be used. Therefore, reduction of a manufacturing cost can be aimed at. Since the active device 100 as an amplifier can be made on a substrate, without adding a new process substantially in the manufacturing process of PDP, it does not almost have the increase in the manufacturing cost by forming the active device 100.

[0265]

Although the signal amplified by the active device 100 showed the composition supplied to the cathode terminal 92 which functions as a scan electrode by this embodiment, the amplified signal is good also as composition supplied to the address electrode 93. However, since it is necessary to impress the voltage in which the cathode terminal 92 is more expensive than the address electrode 93, it is preferred that the signal amplified from a viewpoint which makes pressure-proofing of the drive circuit 53 low, and aims at reduction of a manufacturing cost is inputted into the cathode terminal 92.

[0266]

In drawing 31 or drawing 33, the signal outputted from the drive circuit 53 illustrated the composition amplified once by the active device 100, before being supplied to the pixel P, but this invention is not limited to this. As shown in drawing 34, it is good also as composition which carries out multiple-times amplification of the signal outputted from the drive circuit 53.

[0267]

In the composition shown in drawing 34, the 1st amplifier 100a that amplifies directly the signal outputted from the drive circuit 53, and the 2nd amplifier 100b that amplifies further the signal amplified by the 1st amplifier 100a are formed.

[0268]

The 1st amplifier 100a and 2nd amplifier 100b, Have the respectively same structure as the active device 100, and The cathode terminal 1 of the 1st amplifier 100a, The controlling-the-discharge electrode 3 of the 2nd amplifier 100b is electrically connected, and the signal outputted from the cathode terminal 1 of the 1st amplifier 100a is inputted into the controlling-the-discharge electrode 3 of the 2nd amplifier 100b. Therefore, it becomes possible to amplify further the signal amplified by the 1st amplifier 100a by the 2nd amplifier 100b. Of course, it is good also as composition which is not limited to the composition which amplifies a signal in two steps as shown in drawing 34, but amplifies a signal (3 times or more) on a multi stage story further.

[0269]

The active device 100 as an amplifier can be manufactured with the manufacturing method explained in Embodiment 1. Each electrode of the active device 100 may be a 1 micrometer or less-thick thin film, and may be a thick film over 1 micrometer in thickness. As a material of each electrode, ITO, silver, nickel, aluminum, etc. can be used, for example. Each electrode may be a laminated electrode (for example, a Cr layer / Cu layer / Cr layer). The size (area) of each electrode is suitably determined according to the current amount etc. which are needed by the pixel P. An inter-electrode distance (electrode spacing) is suitably determined according to a kind, an amplification factor for which it asks, etc. of discharge gas.

[0270]

Thus, the concrete effect of the signal amplification by the active device manufactured is explained. For example, in the composition which enclosed the mixed gas (xenon 5%) of neon and a xenon by about 100 Torr(s) (about 13.3 kPa(s)) in gas-charging structure, Amplitude abbreviation which impresses the voltage of abbreviation-300V to the anode electrode 2 from the constant-voltage wiring 54, and contains bias voltage in the controlling-the-discharge electrode 3 from the drive circuit 53 - If 10V and the pulse signal of 40 microseconds of pulse width are inputted, From the cathode terminal 1 to amplitude abbreviation - 50V and the

pulse signal of 40 microseconds of pulse width can be outputted. Thus, it enables amplitude to output the signal amplified about 5 times. The composition shown in drawing 34 is adopted, and if the signal with which amplitude was amplified by abbreviation-50V by the 1st amplifier 100a is inputted into the controlling-the-discharge electrode 3 of the 2nd amplifier 100b, it will become possible to amplify amplitude even to abbreviation-250V.

[Industrial applicability]

[0271]

According to this invention, the active device which has the element characteristic which was easy to manufacture and was excellent is provided. The active device by this invention is used suitably for various kinds of electron devices containing a light emitting device and a display, and is used especially suitably for a large-sized flat-panel display.

[Brief Description of the Drawings]

[0272]

[Drawing 1] (a) is a perspective view showing typically the active device 100 of Embodiment 1 by this invention, and (b) is a top view showing the active device 100 typically.

[Drawing 2] (a) And (b) is a graph which shows change of the current I supplied to the driven part 4 when setting constant either a discharge generated voltage (Vg) or controlling-the-discharge voltage (Vd) and changing another side in the active device 100 of Embodiment 1.

[Drawing 3] (a) - (c) is a figure showing typically the line of electric force (electric field) E by which it is generated according to inter-electrode potential difference in the active device 100 of Embodiment 1.

[Drawing 4] It is a graph which shows the pressure dependency of the firing potential in the active device 100 of Embodiment 1.

[Drawing 5] (a) And (b) is a figure showing other examples of arrangement of the controlling-the-discharge electrode 3 with which the active device 100 of Embodiment 1 is provided, (a) is a perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 6] (a) And (b) is a figure showing the example of arrangement of further others of the controlling-the-discharge electrode 3 with which the active device 100 of Embodiment 1 is provided, (a) is a perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 7] (a) is a perspective view showing typically the light emitting device 200 of Embodiment 2 by this invention, and (b) is a sectional view showing the light emitting device 200 typically.

[Drawing 8] (a) is a plan showing typically the display 300 of Embodiment 3 by this invention, and (b) is a plan showing typically the field corresponding to 1 pixel of the display 300.

[Drawing 9] (a) - (c) is the sectional view which met the 9A-9A' line in drawing 8 (b), and the 9B-9B' line and 9C-9C' line, respectively.

[Drawing 10] (a) - (c) is a figure for explaining the drive method of the display 300 of Embodiment 3.

[Drawing 11] (a) is a plan showing typically other display 300' of Embodiment 3 by this invention, and (b) is a plan showing typically the field corresponding to 1 pixel of display 300'.

[Drawing 12] (a) - (c) is the sectional view which met the 12A-12A' line in drawing 11 (b), and the 12B-12B' line and 12C-12C' line, respectively.

[Drawing 13] (a) is a perspective view showing typically the active device 400 of Embodiment 4 by this invention, and (b) is a top view showing the active device 400 typically.

[Drawing 14] (a) And (b) is a graph which shows change of the current I supplied to the driven part 4 when setting constant either the 1st controlling-the-discharge voltage (Vg) or the 2nd controlling-the-discharge voltage (Vd) and changing another side in the active device 400 of Embodiment 4.

[Drawing 15] (a) - (c) is a figure showing typically the line of electric force (electric field) E by which it is generated according to inter-electrode potential difference in the active device 400 of Embodiment 4.

[Drawing 16] (a) - (e) is a figure showing typically the potential structure (distribution of an equipotential surface) which exists in discharge space in the active device 400 of Embodiment 4.

[Drawing 17] It is a graph which shows the element characteristic of the active device 400 of Embodiment 4.

[Drawing 18] It is a graph which shows the pressure dependency of the firing potential in the active device 400 of Embodiment 4.

[Drawing 19] (a) And (b) is a figure showing other examples of arrangement of the 2nd controlling-the-discharge electrode 3b with which the active device 400 of Embodiment 4 is provided, (a) is a perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 20] (a) And (b) is a figure showing the example of arrangement of further others of the 2nd controlling-

the-discharge electrode 3b with which the active device 400 of Embodiment 4 is provided, (a) is a perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 21](a) is a perspective view showing typically the light emitting device 500 of Embodiment 5 by this invention, and (b) is a sectional view showing the light emitting device 500 typically.

[Drawing 22](a) is a plan showing typically the display 600 of Embodiment 6 by this invention, and (b) is a plan showing typically the field corresponding to 1 pixel of the display 600.

[Drawing 23](a) - (d) is the sectional view which met the 23A-23A' line and 23B-23B' line in drawing 22 (b), and the 23C-23C' line and 23D-23D' line, respectively.

[Drawing 24](a) - (c) is a figure for explaining the drive method of the display 600 of Embodiment 6.

[Drawing 25](a) is a plan showing typically other display 600' of Embodiment 6 by this invention, and (b) is a plan showing typically the field corresponding to 1 pixel of display 600'.

[Drawing 26](a) - (d) is the sectional view which met the 26A-26A' line and 26B-26B' line in drawing 25 (b), and the 26C-26C' line and 26D-26D' line, respectively.

[Drawing 27](a) And (b) is a figure showing typically the field corresponding to 1 pixel of the display 700 of Embodiment 7 by this invention, (a) is a perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 28](a) And (b) is a figure showing typically the field corresponding to 1 pixel of other display 700' of Embodiment 7 by this invention, (a) is an exploded perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 29](a) And (b) is a figure showing typically the field corresponding to 1 pixel of the display 800 of Embodiment 8 by this invention, (a) is a perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 30](a) And (b) is a figure showing typically the field corresponding to 1 pixel of other display 800' of Embodiment 8 by this invention, (a) is an exploded perspective view and (b) is a sectional view.

[Drawing 31]It is a perspective view showing typically the display 900 of Embodiment 9 by this invention.

[Drawing 32](a) And (b) is a top view showing typically the active device 100 used for the display 900 as an amplifier.

[Drawing 33]It is a plan showing typically the display 900 of Embodiment 9 by this invention.

[Drawing 34]It is a top view showing typically the 1st amplifier 100a and 2nd amplifier 100b that are used for the display 900.

[Description of Notations]

[0273]

- 1 Cathode terminal
- 2 Anode electrode
- 3 Controlling-the-discharge electrode
- 3a The 1st controlling-the-discharge electrode
- 3b The 2nd controlling-the-discharge electrode
- 4 Driven part (passive component)
- 5 Fluorescent substance layer
- 6, 7, 7a, and 7b Power supply
- 8 Septum
- 10 Substrate
- 11 Counter substrate
- 21 Scanning wiring (gate wire)
- 22 Signal wiring (data wiring)
- 23 Grounding wiring
- 24 Dielectric layer
- 24a Opening (through hole)
- 26 Constant-voltage wiring
- 30 Organic EL device
- 31 Picture element electrode
- 32 Organic electroluminescence material layer
- 33 Counterelectrode
- 40 Liquid crystal capacity
- 41 Picture element electrode
- 42 Liquid crystal layer
- 43 Counterelectrode

53 Drive circuit
100 and 400 Active device
100a The 1st amplifier
100b The 2nd amplifier
101 Discharge path
200 and 500 Light emitting device
300, 300, 600, a 600' display
700, 700, 800, an 800' display
900 Display

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-212949

(P2004-212949A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G09 F 9/30	G09 F 9/30 3 3 8	2H089
G02 F 1/1333	G02 F 1/1333	2H092
G02 F 1/1362	G02 F 1/1362	3K007
H05 B 33/14	H05 B 33/14 A	5C040
// H01 J 17/49	H01 J 17/49 G	5C094
審査請求 未請求 請求項の数 37 O L (全 51 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-367769 (P2003-367769)
 (22) 出願日 平成15年10月28日 (2003.10.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-368041 (P2002-368041)
 (32) 優先日 平成14年12月19日 (2002.12.19)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 100101683
 弁理士 奥田 誠司
 (72) 発明者 橋本 智志
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 酒井 道
 奈良県北葛城郡上牧町片岡台三丁目一番地
 28-301
 (72) 発明者 波多野 晃継
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 Fターム (参考) 2H089 HA36

最終頁に続く

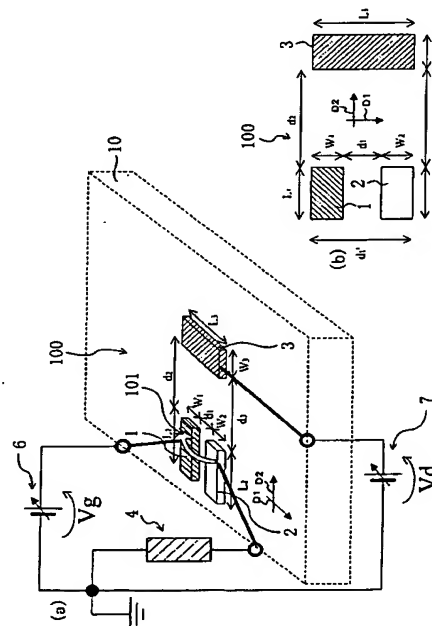
(54) 【発明の名称】 能動素子およびそれを備えた発光素子ならびに表示装置

(57) 【要約】

【課題】 大型のフラットパネルディスプレイに好適に用いられる能動素子およびそれを備えた発光素子ならびに表示装置を提供する。

【解決手段】 第1方向D1に沿って所定の間隔で配置され、互いの間で放電を発生させるカソード電極1およびアノード電極2と、これらの間に流れる放電電流の大きさを制御する放電制御電極3であって、その電位に応じて放電電流の大きさを制御する放電制御電極3とを備えた能動素子である。放電制御電極3は、カソード電極1とアノード電極2との間で発生する放電の経路101の側方に設けられ、カソード電極1とアノード電極2との電位差に応じて生成される電位構造に対して放電制御電極3の電位が及ぼす影響の強さが、第1方向D1に略直交する第2方向D2に沿って変化する。

【選択図】 図1



【請求項 9】

前記放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間に位置しないように設けられている、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の能動素子。

【請求項 10】

前記カソード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_2 と、前記カソード電極と前記アノード電極との間の最長距離 d_1' とが、 $d_2 \geq d_1'$ の関係を満足する、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の能動素子。

【請求項 11】

少なくとも前記カソード電極と前記アノード電極との間にイオン化可能な放電ガスをさらに備える、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の能動素子。

10

【請求項 12】

前記放電ガスの圧力は、前記カソード電極と前記アノード電極との間における放電開始電圧よりも、前記カソード電極と前記放電制御電極との間における放電開始電圧が高くなるように設定されている、請求項 11 に記載の能動素子。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれかに記載の能動素子と、前記能動素子の近傍に配置された蛍光体層とを備えた発光素子。

【請求項 14】

マトリクス状に配列された複数の画素を有し、
前記複数の画素ごとに設けられた請求項 13 に記載の発光素子と、
前記発光素子が有する前記能動素子の前記カソード電極に電氣的に接続された走査配線と、

20

前記能動素子の前記放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、
を備えた表示装置。

【請求項 15】

マトリクス状に配列された複数の画素を有し、
前記複数の画素ごとに設けられた請求項 1 から 12 のいずれかに記載の能動素子と、
前記能動素子の前記カソード電極に電氣的に接続された走査配線と、
前記能動素子の前記放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、
前記能動素子の前記アノード電極に電氣的に接続された画素電極と、
前記画素電極に対向する対向電極と、
前記画素電極と前記対向電極との間に設けられた表示媒体層と、
を備えた表示装置。

30

【請求項 16】

前記放電制御電極に入力された電気信号を増幅して前記カソード電極から出力する増幅素子として機能する、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の能動素子。

【請求項 17】

前記複数の画素を駆動するための信号を出力する駆動回路と、
前記駆動回路から出力される信号を増幅して前記複数の画素に供給する複数の増幅素子とをさらに備え、
前記複数の増幅素子のそれぞれは請求項 16 に記載の能動素子である請求項 14 または 15 に記載の表示装置。

40

【請求項 18】

マトリクス状に配列された複数の画素を有し、
前記マトリクスの行方向または列方向に沿って延びる複数の放電セルと、
前記複数の画素を駆動するための信号を出力する駆動回路と、
前記駆動回路から出力される信号を増幅して前記複数の画素に供給する複数の増幅素子と、
を備えたプラズマディスプレイパネルまたはプラズマアドレス液晶表示装置であり、
前記複数の増幅素子のそれぞれは請求項 16 に記載の能動素子である表示装置。

【請求項 19】

50

前記複数の増幅素子は、前記駆動回路から出力される信号を直接増幅する第1の増幅素子と、前記第1の増幅素子で増幅された信号をさらに増幅する第2の増幅素子とを含む請求項17または18に記載の表示装置。

【請求項20】

互いの間で放電を発生させるカソード電極およびアノード電極と、

前記カソード電極と前記アノード電極との間に流れる放電電流の大きさを制御する第1および第2放電制御電極であって、それらの電位に応じて放電電流の大きさを制御する第1および第2放電制御電極と、を備え、

前記第1放電制御電極は、前記第2放電制御電極よりも、前記カソード電極と前記アノード電極との間で発生する放電の経路に近い、能動素子。

10

【請求項21】

前記第1放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間に設けられている、請求項20に記載の能動素子。

【請求項22】

前記第2放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間で発生する放電の経路の側方に設けられている、請求項20または21に記載の能動素子。

【請求項23】

前記カソード電極および前記アノード電極は、第1方向に沿って所定の間隔で配置され、前記第1方向に略直交する第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有し、

前記第2放電制御電極は、前記カソード電極および前記アノード電極から、前記第2方向に沿って離れた位置に設けられている、請求項20から22のいずれかに記載の能動素子。

20

【請求項24】

前記第1放電制御電極は、前記第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有する、請求項23に記載の能動素子。

【請求項25】

前記第2放電制御電極は、前記第1方向に平行に長手方向が規定される形状を有する、請求項23または24に記載の能動素子。

【請求項26】

前記カソード電極と前記アノード電極との間の距離 d_4 、前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_5 、および、前記アノード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_6 が、 $d_4 < d_5$ かつ $d_4 < d_6$ の関係を満足する請求項20から25のいずれかに記載の能動素子。

30

【請求項27】

前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_5 と、前記アノード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_6 とが略等しい、請求項20から26のいずれかに記載の能動素子。

【請求項28】

前記カソード電極と、前記アノード電極と、前記第1および第2放電制御電極とが略同一平面上に設けられている、請求項20から27のいずれかに記載の能動素子。

40

【請求項29】

前記第2放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間に位置しないように設けられている、請求項20から28のいずれかに記載の能動素子。

【請求項30】

前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_5 と、前記カソード電極と前記アノード電極との間の最長距離 d_4' とが、 $d_5 \geq d_4'$ の関係を満足する、請求項20から29のいずれかに記載の能動素子。

【請求項31】

少なくとも前記カソード電極と前記アノード電極との間にイオン化可能な放電ガスをさらに備える、請求項20から30のいずれかに記載の能動素子。

50

【請求項 3 2】

前記放電ガスの圧力は、前記カソード電極と前記アノード電極との間における放電開始電圧よりも、前記カソード電極と前記第 2 放電制御電極との間における放電開始電圧が高くなるように設定されている、請求項 3 1 に記載の能動素子。

【請求項 3 3】

請求項 2 0 から 3 2 のいずれかに記載の能動素子と、前記能動素子の近傍に配置された蛍光体層とを備えた発光素子。

【請求項 3 4】

マトリクス状に配列された複数の画素を有し、

前記複数の画素ごとに設けられた請求項 3 3 に記載の発光素子と、

前記発光素子が有する前記能動素子の前記第 1 放電制御電極に電氣的に接続された走査配線と、

前記能動素子の前記第 2 放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、
を備えた表示装置。

【請求項 3 5】

マトリクス状に配列された複数の画素を有し、

前記複数の画素ごとに設けられた請求項 2 0 から 3 2 のいずれかに記載の能動素子と、

前記能動素子の前記第 1 放電制御電極に電氣的に接続された走査配線と、

前記能動素子の前記第 2 放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、

前記能動素子の前記アノード電極に電氣的に接続された画素電極と、

前記画素電極に対向する対向電極と、

前記画素電極と前記対向電極との間に設けられた表示媒体層と、
を備えた表示装置。

【請求項 3 6】

前記表示媒体層は液晶層である請求項 1 5、1 7、1 8、1 9 および 3 5 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 3 7】

前記表示媒体層は有機エレクトロルミネッセンス材料層である請求項 1 5、1 7、1 8、1 9 および 3 5 のいずれかに記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、能動素子およびそれを備えた発光素子ならびに表示装置に関し、特に、大型の表示装置に好適に用いられる能動素子およびそれを備えた発光素子ならびに表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

画像表示装置は、コンピュータやテレビジョンなどの表示部として、現在広く用いられている。画像表示装置の代表例としては、例えば、陰極線管 (CRT; cathode ray tube) ディスプレイ、液晶ディスプレイ、有機電界発光 (EL; electro luminescence) ディスプレイ、プラズマディスプレイ (PDP) が知られている。

【0003】

近年では、従来非常に広く用いられてきた CRT ディスプレイにかわり、液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイ、PDP などのフラットパネルディスプレイ (FPD) が幅広く利用されるようになってきている。その理由は、FPD が軽量・薄型であるため携帯性や省スペース性に優れるからである。

【0004】

これまで、FPD においてアクティブマトリクス駆動を実現するために、薄膜トランジスタ (TFT) が能動素子として、TFT 基板がアドレス装置として広く用いられてきた。

10

20

30

40

【0005】

TFT基板上にマトリクス状に配列されたTFTは、ゲート電極、ソース電極およびドレイン電極を備えており、ゲート電極およびソース電極にそれぞれゲート信号およびアドレス信号が供給されて線順次走査されることによって画像の2次元情報を正確に表現する。このような画像の表示方法は、アクティブマトリクス型駆動法と呼ばれる。

【0006】

このTFT基板は、絶縁性基板上に、半導体膜や絶縁膜あるいは導体膜などをプラズマ励起化学蒸着装置、スパッタリング装置、ドライエッチング装置等の真空装置を用いて堆積・パターンニングすることによって製造される。TFT基板は、このように複雑で多くの製造工程を経て製造されるので、高価である。特に、大型の基板を作製するためには、非常に高価な大型の真空装置が必要とされるので、製造コストがさらに高くなる。ここで、大型の基板とは、主に対角20インチ以上の大きさの基板を指し、このような大型の基板を備えるディスプレイを大型のディスプレイとよぶ。

10

【0007】

近年では、大型（対角20インチ以上）且つ薄型のテレビジョンを実現するために大型のFPDの開発が望まれており、現在的大型FPD市場では、高価で大型化が困難なTFT基板に代わるものとしてPDPが広まり出している。

【0008】

PDPは、単純マトリクス型の駆動法で駆動される（例えば特許文献1参照）。つまり、PDPでは、列方向に延びる配線と行方向に延びる配線とは単純に交差しているだけであり、これらの交点に能動素子は存在しない。そして、これらの交点に放電を起こすか起こさないかで1画素分の表示が実現される。階調表示を行うためには、幅の異なる放電パルスを組み合わせて用いるパルス幅変調法という手法が採用されている。

20

【特許文献1】特開昭63-151997号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、PDPでは、パルス幅変調法により階調表示を行うので、以下のような問題があった。

【0010】

30

パルス幅変調法では、例えば8ビット表示を行うためには、表示の1周期（16msec）を8つの区間に分割してその1区間をさらにアドレス期間と表示期間とに分け、アドレス期間に各画素に表示のオンオフ情報を書き込む、という方法が用いられている。従って、表示期間の長さが、8つのアドレス期間によって制限されてしまい、表示装置としての輝度を高くすることができない。

【0011】

また、表示階調を10ビットに上げたり、画面を高精細化したりすると、アドレス期間が長くなりさらに表示期間の長さが減少するので、十分な輝度を得ることができない。従って、高画質化に対応することが非常に困難である。

【0012】

40

さらに、外部に取り付ける駆動回路が非常に複雑となるので、製造コストが高くなってしまいうという問題もある。

【0013】

このような問題を解決するために、特開2001-350445号公報は、アドレス期間に電極上に蓄えられる電荷量を調整することによって、1つの表示期間をさらに複数の期間に分けてオンオフの切り替えをする手法を開示している。この手法によると、十分な輝度を確保しつつ階調数を多くすることができる。

【0014】

しかしながら、この手法では、駆動回路がさらに複雑になるので、階調数の増加と駆動回路の単純化とがトレードオフの関係となってしまう。

50

【0015】

一方、TFT基板を用いて液晶層や有機EL層を表示媒体として用いる場合には、アクティブマトリクス駆動法が採用されているので上記のような問題は発生しないが、先に述べたように作製そのものに非常に手間がかかり、大型化が困難であるので、設備投資の額やパネルコストの低減が難しい。

【0016】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、大型のフラットパネルディスプレイに好適に用いられる能動素子およびそれを備えた発光素子ならびに表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明による能動素子は、第1方向に沿って所定の間隔で配置され、互いの間で放電を発生させるカソード電極およびアノード電極と、前記カソード電極と前記アノード電極との間に流れる放電電流の大きさを制御する放電制御電極であって、その電位に応じて放電電流の大きさを制御する放電制御電極と、を備え、前記放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間で発生する放電の経路の側方に設けられ、前記カソード電極と前記アノード電極との電位差に応じて生成される電位構造に対して前記放電制御電極の電位が及ぼす影響の強さが、前記第1方向に略直交する第2方向に沿って変化する構成を有しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0018】

前記カソード電極および前記アノード電極は、前記第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有することが好ましい。

【0019】

あるいは、本発明による能動素子は、第1方向に沿って所定の間隔で配置され、互いの間で放電を発生させるカソード電極およびアノード電極と、前記カソード電極と前記アノード電極との間に流れる放電電流の大きさを制御する放電制御電極であって、その電位に応じて放電電流の大きさを制御する放電制御電極と、を備え、前記カソード電極および前記アノード電極は、前記第1方向に略直交する第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有し、前記放電制御電極は、前記カソード電極および前記アノード電極から、前記第2方向に沿って離れた位置に設けられており、そのことによって上記目的が達成される。

【0020】

前記放電制御電極は、前記第1方向に平行に長手方向が規定される形状を有することが好ましい。

【0021】

前記カソード電極と前記アノード電極との間の距離 d_1 、前記カソード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_2 、および、前記アノード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_3 が、 $d_1 < d_2$ かつ $d_1 < d_3$ の関係を満足することが好ましい。

【0022】

前記カソード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_2 と、前記アノード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_3 とが略等しいことが好ましい。

【0023】

あるいは、本発明による能動素子は、互いの間で放電を発生させるカソード電極およびアノード電極と、前記カソード電極と前記アノード電極との間に流れる放電電流の大きさを制御する放電制御電極であって、その電位に応じて放電電流の大きさを制御する放電制御電極と、を備え、前記カソード電極と前記アノード電極との間の距離 d_1 、前記カソード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_2 、および、前記アノード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_3 が、 $d_1 < d_2$ かつ $d_1 < d_3$ の関係を満足し、前記カソード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_2 と、前記アノード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_3 とが略等しい構成を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0024】

10

20

30

40

50

前記カソード電極と、前記アノード電極と、前記放電制御電極とが略同一平面上に設けられていることが好ましい。

【0025】

前記放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間に位置しないように設けられていることが好ましい。

【0026】

前記カソード電極と前記放電制御電極との間の距離 d_2 と、前記カソード電極と前記アノード電極との間の最長距離 d_1' とが、 $d_2 \geq d_1'$ の関係を満足することが好ましい。

【0027】

本発明による能動素子は、典型的には、少なくとも前記カソード電極と前記アノード電極との間にイオン化可能な放電ガスをさらに備えている。

【0028】

前記放電ガスの圧力は、前記カソード電極と前記アノード電極との間における放電開始電圧よりも、前記カソード電極と前記放電制御電極との間における放電開始電圧が高くなるように設定されていることが好ましい。

【0029】

本発明による発光素子は、上記の構成を有する能動素子と、前記能動素子の近傍に配置された蛍光体層とを備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0030】

本発明による表示装置は、マトリクス状に配列された複数の画素を有し、前記複数の画素ごとに設けられた上記構成を有する発光素子と、前記発光素子が有する前記能動素子の前記カソード電極に電氣的に接続された走査配線と、前記能動素子の前記放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、を備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0031】

あるいは、本発明による表示装置は、マトリクス状に配列された複数の画素を有し、前記複数の画素ごとに設けられた上記構成を有する能動素子と、前記能動素子の前記カソード電極に電氣的に接続された走査配線と、前記能動素子の前記放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、前記能動素子の前記アノード電極に電氣的に接続された画素電極と、前記画素電極に対向する対向電極と、前記画素電極と前記対向電極との間に設けられた表示媒体層と、を備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0032】

ある好適な実施形態において、本発明による能動素子は、前記放電制御電極に入力された電気信号を増幅して前記カソード電極から出力する増幅素子として機能する。

【0033】

本発明による表示装置は、前記複数の画素を駆動するための信号を出力する駆動回路と、前記駆動回路から出力される信号を増幅して前記複数の画素に供給する複数の増幅素子とをさらに備え、前記複数の増幅素子のそれぞれが増幅素子として機能する上記の能動素子である構成を有してもよい。

【0034】

また、本発明による表示装置は、マトリクス状に配列された複数の画素を有し、前記マトリクスの行方向または列方向に沿って延びる複数の放電セルと、前記複数の画素を駆動するための信号を出力する駆動回路と、前記駆動回路から出力される信号を増幅して前記複数の画素に供給する複数の増幅素子と、を備えたプラズマディスプレイパネルまたはプラズマアドレス液晶表示装置であり、前記複数の増幅素子のそれぞれが増幅素子として機能する上記の能動素子である構成を有してもよい。

【0035】

前記複数の増幅素子は、前記駆動回路から出力される信号を直接増幅する第1の増幅素子と、前記第1の増幅素子で増幅された信号をさらに増幅する第2の増幅素子とを含んでもよい。

10

20

30

40

50

【0036】

また、本発明による能動素子は、互いの間で放電を発生させるカソード電極およびアノード電極と、前記カソード電極と前記アノード電極との間に流れる放電電流の大きさを制御する第1および第2放電制御電極であって、それらの電位に応じて放電電流の大きさを制御する第1および第2放電制御電極と、を備え、前記第1放電制御電極は、前記第2放電制御電極よりも、前記カソード電極と前記アノード電極との間で発生する放電の経路に近い構成を有しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0037】

前記第1放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間に設けられていることが好ましい。

10

【0038】

前記第2放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間で発生する放電の経路の側方に設けられていることが好ましい。

【0039】

前記カソード電極および前記アノード電極は、第1方向に沿って所定の間隔で配置され、前記第1方向に略直交する第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有し、前記第2放電制御電極は、前記カソード電極および前記アノード電極から、前記第2方向に沿って離れた位置に設けられていることが好ましい。

【0040】

前記第1放電制御電極は、前記第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有することが好ましい。

20

【0041】

前記第2放電制御電極は、前記第1方向に平行に長手方向が規定される形状を有することが好ましい。

【0042】

前記カソード電極と前記アノード電極との間の距離 d_4 、前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_5 、および、前記アノード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_6 が、 $d_4 < d_5$ かつ $d_4 < d_6$ の関係を満足することが好ましい。

【0043】

前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_5 と、前記アノード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_6 とが略等しいことが好ましい。

30

【0044】

前記カソード電極と、前記アノード電極と、前記第1および第2放電制御電極とが略同一平面上に設けられていることが好ましい。

【0045】

前記第2放電制御電極は、前記カソード電極と前記アノード電極との間に位置しないように設けられていることが好ましい。

【0046】

前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間の距離 d_5 と、前記カソード電極と前記アノード電極との間の最長距離 d_4' とが、 $d_5 \geq d_4'$ の関係を満足することが好ましい。

40

【0047】

本発明による能動素子は、典型的には、少なくとも前記カソード電極と前記アノード電極との間にイオン化可能な放電ガスをさらに備えている。

【0048】

前記放電ガスの圧力は、前記カソード電極と前記アノード電極との間における放電開始電圧よりも、前記カソード電極と前記第2放電制御電極との間における放電開始電圧が高くなるように設定されていることが好ましい。

【0049】

本発明による発光素子は、上記構成を有する能動素子と、前記能動素子の近傍に配置さ

50

れた蛍光体層とを備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0050】

本発明による表示装置は、マトリクス状に配列された複数の画素を有し、前記複数の画素ごとに設けられた上記構成を有する発光素子と、前記発光素子が有する前記能動素子の前記第1放電制御電極に電氣的に接続された走査配線と、前記能動素子の前記第2放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、を備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0051】

あるいは、本発明による表示装置は、マトリクス状に配列された複数の画素を有し、前記複数の画素ごとに設けられた上記構成を有する能動素子と、前記能動素子の前記第1放電制御電極に電氣的に接続された走査配線と、前記能動素子の前記第2放電制御電極に電氣的に接続された信号配線と、前記能動素子の前記アノード電極に電氣的に接続された画素電極と、前記画素電極に対向する対向電極と、前記画素電極と前記対向電極との間に設けられた表示媒体層と、を備えており、そのことによって上記目的が達成される。

【0052】

前記表示媒体層は液晶層であってもよい。

【0053】

前記表示媒体層は有機エレクトロルミネッセンス材料層であってもよい。

【発明の効果】

【0054】

本発明によると、製造が容易で優れた素子特性を有する能動素子が提供される。本発明による能動素子は、発光素子や表示装置を含む各種の電子デバイスに好適に用いられ、特に大型のフラットパネルディスプレイに好適に用いられる。

【0055】

本発明による能動素子、それを備えた発光素子および表示装置は、スクリーン印刷法などの厚膜形成法を用いて製造することができるので、製造コストの低減が可能であり、また、表示装置の大型化も容易に実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0056】

まず、本発明による「第1の能動素子」と、本発明による「第2の能動素子」とに共通する基本的な構成とその作用・効果を説明する。

【0057】

本発明による能動素子（第1および第2の能動素子）は、互いの間で放電を発生させるカソード電極およびアノード電極（これらを統括して「一对の放電発生電極」とも呼ぶ。）と、これらの間に流れる放電電流の大きさを制御する放電制御電極とを備えている。

【0058】

カソード電極とアノード電極とは、ある方向に沿って所定の間隔で配置されている。カソード電極とアノード電極との間に所定の電位差が与えられると、その電位差に応じた電位構造（電気力線や等電位面の分布であらわされる）がこれらの間に形成され、この電位構造に応じて放電の発生の有無および放電電流の大きさが決定される。この電位構造は、放電制御電極の電位によって変化する（乱される）ので、カソード電極とアノード電極とが導通している状態（これらの間に放電電流が流れている状態）と、導通していない状態（これらの間に放電電流が流れていない状態）とを切り替えることができ、また、カソード電極とアノード電極との間に流れる放電電流の大きさを変化させることができる。すなわち、放電制御電極の電位に応じて（より厳密には、カソード電極、アノード電極および放電制御電極間の相対的な電位の高低関係に応じて）、放電電流の大きさを制御することができる。

【0059】

本発明による能動素子は、例えば、アノード電極を受動素子に電氣的に接続されることによって、受動素子への電荷や電流の供給を制御するスイッチング素子として機能する。

ここでいう受動素子は、例えば、一对の電極とそれらの間に挟持された液晶層とから構成される液晶容量や、有機EL（エレクトロルミネッセンス）素子である。あるいは、本発明による能動素子は、その近傍に蛍光体層を備えていることによって、プラズマ放電により蛍光体層を発光させる発光素子として機能する。

【0060】

従来能動素子として用いられてきた薄膜トランジスタは、ゲート電極、ゲート絶縁膜、半導体層、ソース電極およびドレイン電極などの薄膜が多数積層されて構成されている。これに対して、本発明による能動素子は、上述したように簡単で簡素な構成を有しているので、簡便な製造プロセスで製造することができる。

【0061】

また、薄膜トランジスタが半導体層を流れる電流を制御するのに対して、本発明による能動素子は、放電電流を制御するので、薄膜トランジスタ（TFT）のようにオフ電流が発生することがない。

【0062】

さらに、カソード電極、アノード電極および放電制御電極が絶縁膜を介して互いに重ならない構成とすることが容易であり、これらが重なった部分に形成される容量に起因する電気信号の遅延やなまりの発生を防止することができる。

【0063】

本発明による能動素子は、上述したような利点を有しているため、大型の表示装置（例えばフラットディスプレイパネル）に好適に用いることができる。

【0064】

次に、本発明による「第1の能動素子」に特有の構成を説明する。

【0065】

本願発明者は、一对の放電発生電極と放電制御電極との相対的な配置関係と、放電の制御の容易さとの関係を詳細に検討した。その結果、放電制御電極を所定の位置、より具体的には、放電の経路の側方で、且つ、放電発生電極間に生成される電位構造に対して放電制御電極の電位が及ぼす影響の強さが放電発生電極の配列方向に略直交する方向に沿って変化するような位置に設けることによって、放電電流の大きさを容易にかつ効果的に制御できることを見出した。本発明による「第1の能動素子」は、上記知見に基づいて想到されたものである。なお、本願明細書において、「放電経路の側方」は、放電経路から、放電電流が流れる方向（カソード電極とアノード電極との電位差に応じて生成される電気力線に平行な方向）に略直交する方向に沿って離れた領域を指すものとする。

【0066】

本発明による「第1の能動素子」では、放電制御電極が放電経路の側方に設けられ、且つ、カソード電極とアノード電極との電位差に応じて生成される電位構造に対して放電制御電極の電位が及ぼす影響の強さが、カソード電極およびアノード電極の配列方向（「第1方向」と称する。）に略直交する方向（「第2方向」と称する。）に沿って変化する。従って、カソード電極とアノード電極との電位差に応じて生成される電気力線（第1方向に平行であり、第2方向に沿って複数並ぶ）に対して放電制御電極が及ぼす影響の強さが第2方向（電気力線の並ぶ方向）に沿って変化する。そのため、カソード電極とアノード電極との間に生成される電気力線の数（すなわち電界強度）を容易にかつ効果的に制御することができる、その結果、放電電流の大きさを容易にかつ効果的に制御することができる。

【0067】

「第1の能動素子」は、例えば、カソード電極およびアノード電極が、第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有し、放電制御電極が、カソード電極およびアノード電極から第2方向に沿って離れた位置に設けられている構成を採用することによって実現される。

【0068】

また、「第1の能動素子」は、カソード電極とアノード電極との間の距離 d_1 、カソー

10

20

30

40

50

ド電極と放電制御電極との間の距離 d_2 、および、アノード電極と放電制御電極との間の距離 d_3 が、 $d_1 < d_2$ かつ $d_1 < d_3$ の関係を満足し、カソード電極と放電制御電極との間の距離 d_2 と、アノード電極と放電制御電極との間の距離 d_3 とが略等しい構成を採用することによっても実現される。

【0069】

続いて、本発明による「第2の能動素子」に特有の構成を説明する。

【0070】

本願発明者は、さらに詳細な検討を重ねた結果、放電経路の近傍に放電制御電極を設けるとともに、放電経路から比較的離れた位置にさらなる放電制御電極を設けることによって、放電電流の制御を容易かつ効果的に行うことができることを見出した。本発明による「第2の能動素子」は、本願発明者が見出した上記知見に基づいて想到されたものである。

10

【0071】

本発明による「第2の能動素子」は、放電制御電極として「第1放電制御電極」と「第2放電制御電極」とを有しており、「第1放電制御電極」は、「第2放電制御電極」よりも放電経路に近い。従って、放電経路に近い第1放電制御電極によって専ら放電電流のオン／オフ制御を行い、放電経路に遠い第2放電制御電極によって放電電流の大きさをなめらかに制御することができる。そのため、放電電流の制御を容易かつ効果的に行うことができる。さらに、放電発生電極間に印加する放電発生電圧として直流定電圧を用い、第1放電制御電極および第2放電制御電極に印加する第1放電制御電圧および第2放電制御電圧として比較的低い電圧を用いた駆動が可能になるので、高電圧をパルス的に印加できる高耐圧ドライバを電源として用いる必要がなく、製造コストを低減することができる。

20

【0072】

ここで、本発明による能動素子において制御される放電現象（プラズマ現象）を説明する。「放電」とは、電極間に電圧を印加することによってガスが充満している空間に生ずる絶縁破壊現象であり、放電発生後はこの空間には正イオンと電子とがほぼ等量存在するプラズマ状態が現れる。そして、「放電電流」とは、そのようなプラズマ状態（放電状態）において、正電荷をもつ正イオンおよび負電荷をもつ電子がキャリアとしての役割を果たす電流のことである。

【0073】

以下、放電現象（プラズマ現象）をより詳しく説明する。

30

【0074】

ガスが充満している空間の電界値（通常、電界値／ガス圧力という値が用いられる）が大きくなり、空間に存在する電子が加速されてガス原子（分子）に衝突することによって正イオンと電子とが生じる現象と、空間に存在する正イオンが負電位側の電極（カソード電極）表面に衝突して2次電子が発生する現象とが組合わされることによって、正イオンと電子とが生成され、それぞれの粒子は空間に存在する電界によって互いに逆方向に移動する。粒子の移動（電流のキャリアの移動）の形態としては、このような電界によるドリフト現象の他、粒子の不均一分布に起因する拡散現象も存在する。

【0075】

上述したような放電電流の流れ方は、同じように空間に電流を流す真空管や電界放出ディスプレイ（FED）とは異なる機構である。真空管では、熱せられたフィラメントから放出された電子が電流のキャリアとなる。また、FEDでは、鋭利なカソード電極から電界放出を利用して引き出された電子が電流のキャリアとなる。

40

【0076】

真空管やFEDと比較して、放電（プラズマ）が異なる点は他にもあり、その例として、電流が流れる空間に存在する電気力線や等電位面の分布の様子が挙げられる。真空管やFEDでは、電子流の引き出し用電極近傍を除いてはカソード電極とアノード電極（正電位側の電極）との間を電気力線はほぼ直線状に存在する必要がある、そのような電気力線に沿って電子が移動する。従って、カソード電極およびアノード電極は基本的には互いに

50

対向するように設けられている必要がある。また、等電位面は、カソード電極とアノード電極との間の空間にほぼ等間隔で存在している。

【0077】

これに対して、放電（プラズマ）の場合は、電気力線はカソード電極とアノード電極との間を結ぶものの、その形状が直線状である必要はなく、例えばアーチ状（後述する図1などを参照）であってもよい。また、等電位面はカソード近傍に偏って多く、すなわち、等電位面の間隔がカソード近傍で短く、その部分で電位勾配が急で電界が強いという放電特有の分布となる。

【0078】

放電（プラズマ）の場合には、上述したような独特の電位構造が形成されるので、逆に言うと、そのような電位構造が維持できなければ放電は発生しない。このような放電現象の特性を利用すると、外部からの外乱電位の印加によって放電を制御することが可能になる。なお、真空管やFEDでは、電極間の電位構造が多少変化しても電流は依然として流れる。

【0079】

また、放電（プラズマ）状態では、正電荷をもつ正イオンと負電荷をもつ電子とが等量存在するので、巨視的に見た場合には電氣的に中性の状態となっている。つまり、電氣的に安定な状態が実現されている。これに対して、真空管やFEDでは、電子のみが存在するので、適切に電子の流れを制御しないと電子同士の負電荷が反発し合って電子流が膨張してしまう。つまり、真空管やFEDでは、電子が流れている状態は、電氣的に不安定な状態であり、電流を十分に得るためには、高電圧で電子を加速する必要が生じてしまう。

【0080】

以下、図面を参照しながら、本発明による実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0081】

（実施形態1）

まず、図1（a）および（b）を参照しながら本発明による実施形態1の能動素子100の構造を説明する。図1（a）は、能動素子100を模式的に示す斜視図であり、図1（b）は、能動素子100を模式的に示す上面図である。

【0082】

能動素子100は、図1（a）および（b）に示すように、互いの間で放電を発生させるカソード電極1およびアノード電極2と、カソード電極1とアノード電極2との間に流れる放電電流の大きさを制御する放電制御電極3とを備えている。カソード電極1とアノード電極2との間に流れる放電電流の大きさは、後述するように放電制御電極3の電位に応じて制御される。なお、図1（a）において参照符号101は、カソード電極1とアノード電極2との間で放電が発生している様子（放電の経路）を模式的に示している。

【0083】

カソード電極1とアノード電極2とは、ある方向（第1方向）D1に沿って所定の間隔で設けられている。また、放電制御電極3は、カソード電極1およびアノード電極2から、第1方向D1に略直交する第2方向D2に沿って離れた位置に設けられている。本実施形態では、カソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3は、略同一平面上に形成されており、より具体的には、絶縁性表面を有する基板10上に形成されている。

【0084】

さらに、能動素子100は、少なくともカソード電極1とアノード電極2との間にイオン化可能な放電ガス（不図示）を有している。放電ガスは、例えば、基板10上に形成されたガス封入構造（不図示）の内部に封入されている。

【0085】

能動素子100は、例えば、以下のようにして製造される。

【0086】

まず、基板10上に、カソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3を形成す

10

20

30

40

50

る。ここでは、基板10として、厚さ3mmのソーダガラスからなるガラス基板を用いる。勿論、基板10の材質や厚さはこれに限定されず、能動素子100の製造プロセスに耐え得る基板であればよい。能動素子100の用途によっては、透明性を有する基板を用いる。例えば、バックライトからの光を表示に用いる透過型液晶表示装置や透過反射両用型液晶表示装置に用いる場合には、透明性を有する基板を用いる。反射型液晶表示装置や有機EL表示装置に用いる場合には、金属や樹脂等の材料からなる不透明性の基板であってもよい。

【0087】

また、電極の材料としてニッケルを用い、スクリーン印刷法によってカソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3を形成する。まず、ニッケル粉末やバインダー材料などを含んで構成されるニッケルペーストを、所定のパターンを有するスクリーン版のメッシュ部を通過させて基板10上に塗布する。次に、基板上に塗布されたニッケルペーストを約300℃で乾燥・固化させる。その後、約600℃で焼成を行うことによって導電性が得られる。

【0088】

ここでは、カソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3を、直方体状（基板10法線方向から見て長方形状）に以下の寸法で形成する。なお、ここで例示する寸法は、20インチ以上で60インチ程度までの表示装置が画素ごとに備えるスイッチング素子として好適な寸法であるが、勿論これに限定されるものではない。

カソード電極1：幅 $W150\mu m$ ×長さ $L180\mu m$ 、厚さ $15\mu m$

アノード電極2：幅 $W250\mu m$ ×長さ $L280\mu m$ 、厚さ $15\mu m$

放電制御電極3：幅 $W350\mu m$ ×長さ $L3150\mu m$ 、厚さ $15\mu m$

【0089】

カソード電極1とアノード電極2とは、図1に示すように、互いに長辺が対向するように設けられている。そして、放電制御電極3は、カソード電極1とアノード電極2との間に位置しないように設けられており、その長辺がカソード電極1およびアノード電極2の短辺に対向するように設けられている。また、カソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3は、以下のような間隔をあけて形成されている。

【0090】

カソード電極1とアノード電極2との間の距離 $d_1 = 50\mu m$

カソード電極1と放電制御電極3との間の距離 $d_2 = 150\mu m$

アノード電極2と放電制御電極3との間の距離 $d_3 = 150\mu m$

カソード電極1とアノード電極2との間の最長距離 $d_1' = 150\mu m$

【0091】

なお、本願明細書において、2つの部材間の「距離」は、特にことわらない限り、2つの部材の近接する端部間の距離である「最短距離」を指すものとする。また、部材間の「最長距離」は、2つの部材の離隔した端部間の距離を指す。

【0092】

上述の電極の材料としては、ニッケルに限定されず、導電性があり、適当な2次電子放出係数をもつ金属を用いることができ、銀やアルミニウムなどを用いてもよい。また、電極の形成方法もスクリーン印刷法に限定されず、サンドブラスト法や感光性ペースト法などを用いて厚さ $1\mu m$ 以上の厚膜として形成してもよい。さらに、スパッタ法や電子ビーム蒸着法を用いて厚さ $1\mu m$ 以下の薄膜を形成し、ドライエッチングまたはウエットエッチングプロセスによって所定の電極パターン（形状）に形成してもよい。本実施形態のようにスクリーン印刷法を用いると、簡便に電極の形成を実行することができ、基板上に多数のスイッチング素子が形成された装置の大型化が容易に実現される。

【0093】

さらに、上述のようにして形成された電極の表面に、六ホウ化ランタンや六ホウ化ガドリニウムあるいは酸化マグネシウムなどの、2次電子放出係数が高く、高い耐スパッタ性を有する材料からなる被覆膜を形成してもよい。このような被覆膜は、例えば、電着法や

スパッタ法あるいは電子ビーム蒸着法などを用いて形成することができる。

【0094】

次に、上述のようにして電極が形成された基板10上に、ガス封入構造を形成する。まず、カソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3を取り囲むように、ガラスを主成分とするフリット材を塗布する。続いて、ガス封入構造の高さを規定するスペーサ（高さ約200 μ m）と封止用ガラス板とを所定の位置に配置し、約600℃で焼成することによって、電極が形成された基板とガラス板とがフリット材によって接着されたガス封入構造が形成される。その後、ガス封入構造の内部を真空引きし、放電ガスとしてキセノンが5%混入されたネオンを15kPaの圧力で封入・封止する。基板10上に能動素子100を複数個形成する場合には、それらを取り囲むようにガス封入構造を形成すればよい。

10

【0095】

なお、放電ガスとしては、ここで例示したものに限定されず、電極が腐食されたり、電極に付着したりすることがないガスであればよい。ヘリウム、アルゴン、ネオン、キセノンなどの希ガスや、これらの混合物を用いると、比較的低い電圧で放電を発生させることができる。また、放電ガスとして、大気を大気圧で用いると、ガス封入構造とその作製工程を省略することができるので、より簡易な構成が実現され、製造プロセスを簡略化することができる。

【0096】

以下、上述のようにして形成された本実施形態の能動素子100の特性と動作原理を説明する。

20

【0097】

能動素子100は、例えば、受動素子を駆動するスイッチング素子として機能する。能動素子100を用いて受動素子（被駆動部）を駆動する場合、例えば、図1（a）に示すように、放電発生電圧（ここではゲート電圧 V_g ）を供給する電源6とカソード電極1とを電氣的に接続し、放電制御電圧（ここではデータ電圧 V_d ）を供給する電源7と放電制御電極3とを電氣的に接続し、アノード電極2と被駆動部（受動素子）4とを電氣的に接続する。被駆動部4が等価的に容量である場合、例えば、一对の電極（画素電極および対向電極）とこれらの間に挟持された液晶層とからなる液晶容量である場合には、能動素子100がオンとされると、被駆動部4に電荷が蓄積される。また、被駆動部4が等価的に抵抗である場合、例えば有機EL（エレクトロルミネッセンス）素子である場合には、能動素子100がオンとされると、被駆動部4に電流が流れる。

30

【0098】

また、能動素子100は、その近傍に蛍光体層を備えていることによって、プラズマ放電により蛍光体層を発光させる発光素子として機能する。放電電流の大きさ（量）とプラズマ中の励起ガス（例えばキセノン）からの紫外線放射が単調増加の関係にあれば、能動素子100から発生する紫外線量を放電制御電極3の電位に応じて制御することができるので、フォトルミネッセンス効果による発光の輝度を制御することができる。

【0099】

本実施形態の能動素子100の特性を図2（a）および（b）を参照しながら説明する。図2（a）および（b）は、カソード電極1に印加する放電発生電圧 V_g および放電制御電極3に印加する放電制御電圧 V_d の一方を一定とし、他方を変化させたときの、被駆動部4に供給される（すなわちカソード電極1とアノード電極2との間を流れる）電流 I の変化を示すグラフである。

40

【0100】

図2（a）に示すように、カソード電極1に印加する放電発生電圧 V_g を一定（ $V_g = -250V$ ）とし、放電制御電極3に印加する放電制御電圧 V_d を変化させると、被駆動部4に供給される電流 I の大きさがゼロから所定の大きさまでなめらかに線形的に変化する。

【0101】

50

また、図 2 (b) に示すように、放電制御電極 3 に印加する放電制御電圧 V_d を一定 ($V_d = 0 \text{ V}$ または $V_d = +30 \text{ V}$) とし、カソード電極 1 に印加する放電発生電圧 V_g を変化させると、被駆動部 4 に供給される電流 I の大きさがゼロから所定の大きさまでなめらかに線形的に変化する。

【0102】

このように、本発明による能動素子 100 においては、被駆動部 4 に供給される電流 I の大きさを制御することができる。これは、カソード電極 1、アノード電極 2 および放電制御電極 3 のそれぞれの電位の相対的な高低関係によって、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に流れる放電電流の大きさが変化するためである。以下、図 3 (a) ~ (c) を参照しながらさらに詳しく説明する。図 3 (a) ~ (c) は、電極間の電位差に応じて発生する電気力線 E を模式的に示す図である。

10

【0103】

まず、放電制御電極 3 の電位 V_3 が、カソード電極 1 の電位 V_1 とアノード電極 2 の電位 V_2 との間にあってアノード電極 2 の電位 V_2 よりも低いとき ($V_2 > V_3 > V_1$ であるとき) には、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の電位差 ($V_2 - V_1$) が、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の電位差 ($V_3 - V_1$) よりも大きい。従って、図 3 (a) に示すように、電気力線 E は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に主に存在する。そのため、このような電位になるようにそれぞれの電極に電圧を印加したときには、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間で放電が発生し、これらの間に放電電流が流れる。

20

【0104】

また、放電制御電極 3 の電位 V_3 が、カソード電極 1 の電位 V_1 とアノード電極 2 の電位 V_2 との間になくアノード電極 2 の電位 V_2 よりも高いとき ($V_3 > V_2 > V_1$ であるとき) には、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の電位差 ($V_3 - V_1$) が、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の電位差 ($V_2 - V_1$) よりも大きくなる。従って、電気力線 E は、図 3 (b) に示すように、カソード電極とアノード電極 2 との間だけでなく、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間にも存在する。そのため、このような電位になるようにそれぞれの電極に電圧を印加したとき、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に発生する放電は、図 3 (a) に示した場合に比べて弱く、これらの間に流れる放電電流の大きさは図 3 (a) に示した場合に比べて小さい。

30

【0105】

そして、放電制御電極 3 の電位 V_3 が、カソード電極 1 の電位 V_1 とアノード電極 2 の電位 V_2 との間になくアノード電極 2 の電位 V_2 よりも十分に高いときには、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の電位差 ($V_3 - V_1$) が、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の電位差 ($V_2 - V_1$) よりも十分に大きくなる。従って、電気力線 E は、図 3 (c) に示すように、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間に主に存在し、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間にはほとんど存在しない。従って、このような電位になるようにそれぞれの電極に電圧を印加したとき、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間には、放電はほとんど発生せず、これらの間には放電電流がほとんど流れない。

【0106】

40

このように、放電制御電極 3 は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に生成される電気力線 E を選択的に放電制御電極 3 に導き、それによってカソード電極 1 とアノード電極 2 との間の電気力線 E の数 (すなわち電界強度) を減らす機能を奏する。従って、本発明による能動素子 100 においては、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に印加される放電発生電圧と、放電制御電極 3 に印加される放電制御電圧とを調整することによって、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に流れる放電電流の大きさを変化させることができ、そのことによって、被駆動部 4 に供給される電流 I の大きさを制御することができる。すなわち、本発明による能動素子 100 は、プラズマ放電部をチャネルとした 3 端子能動素子 (トランジスタ) であるとも言える。ただし、薄膜トランジスタとは異なり、本発明による能動素子 100 は、半導体層やゲート絶縁層を備える必要がなく、これらと同

50

等の効果を放電（プラズマ放電）およびその発生特性により実現しているのので、その製造に際して半導体層やゲート絶縁膜を作製するための高価な真空装置を必要としない。そのため、設備投資の額を少なくすることができるし、素子自体の製造コストを低くすることができる。

【0107】

上述したように、能動素子100が備える放電制御電極3は、カソード電極1とアノード電極2との間の電位差に応じて放電空間内に生成される電位構造に影響を及ぼし、そのことによって放電電流の大きさを制御する。放電制御電極3が放電空間内のある場所（点）の電位構造に及ぼす影響の強さは、放電制御電極3とその場所（点）との距離に応じて変化し、近いほど強く、遠いほど弱い。能動素子100では、図1（a）および（b）に示したように、放電制御電極3は、放電経路101の側方、より具体的には、カソード電極1およびアノード電極2から第2方向D2に沿って離れた位置に設けられている。従って、カソード電極1とアノード電極2との電位差に応じて生成される電位構造に対して放電制御電極3の電位が及ぼす影響の強さが、第2方向D2に沿って変化する。すなわち、カソード電極1とアノード電極2との電位差に応じて生成される電気力線E（第1方向に平行であり、第2方向に沿って複数並ぶ）に対して放電制御電極3の電位が及ぼす影響の強さが第2方向D2（電気力線の並ぶ方向）に沿って変化する。そのため、カソード電極1とアノード電極2との間（放電空間内）に生成される電気力線を選択的に放電制御電極3に導いて電界強度を調整することが容易となり、その結果、放電電流の大きさを容易にかつ効果的に制御することができる。

【0108】

また、本実施形態では、カソード電極1およびアノード電極2が、配列方向である第1方向D1に略直交する第2方向に平行に長手方向が規定される形状を有しているのので、放電電流の大きさをより効果的に制御することができる。この理由は以下の通りである。放電空間内に発生する電気力線の数を効果的に制御するためには、放電制御電極3の電位が放電空間内の電位構造に与える影響の強さが、放電空間内で大きく変化することが好ましい。カソード電極1およびアノード電極2の長手方向が第2方向D2に平行であるということは、放電制御電極3がカソード電極1およびアノード電極2から長手方向に沿って離れているということなので、放電空間と放電制御電極3との最短距離と、放電空間と放電制御電極3との最長距離との差を大きく確保することができる。従って、放電制御電極3が放電空間内の電位構造に与える影響の強さを放電空間内で大きく変化させることができる。そのため、電気力線Eを選択的に放電制御電極3に導いて放電電流を制御することがより容易となる。

【0109】

また、放電制御電極3が長手方向を有する形状である場合には、その長手方向が第1方向D1に平行であると、放電空間内に生成される電位構造に対して放電制御電極3が効果的に影響を及ぼすことができる。

【0110】

ここまでは、カソード電極1およびアノード電極2の配列方向と、カソード電極1およびアノード電極2に対して放電制御電極3が位置する方向との関係という観点から本発明を説明したが、ここで、各電極間の間隔（距離）という観点から本発明を説明する。

【0111】

本実施形態では、カソード電極1とアノード電極2との間の距離 d_1 （ $=50\mu\text{m}$ ）よりも、カソード電極1と放電制御電極3との間の距離 d_2 （ $=150\mu\text{m}$ ）およびアノード電極2と放電制御電極3との間の距離 d_3 （ $=150\mu\text{m}$ ）が大きく、また、カソード電極1と放電制御電極3との間の距離 d_2 と、アノード電極2と放電制御電極3との間の距離 d_3 とが等しい。

【0112】

放電電流の大きさを効果的に制御するためには、既に述べたように、放電制御電極3が電位構造に対して及ぼす影響の強さが、第2方向D2に沿って変化することが好ましい。

そのため、放電制御電極 3 は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に位置しないことが好ましい。放電制御電極 3 がカソード電極 1 とアノード電極 2 との間に位置すると、放電制御電極 3 の影響の強さを第 2 方向 D 2 に沿って変化させることが難しいからである。また、同様の理由から、放電制御電極 3 が放電経路の前方や後方、すなわち、カソード電極 1 およびアノード電極 2 からこれらの配列方向（第 1 方向 D 1）に沿って離れた位置に設けられていないことが好ましい。

【0113】

カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の距離 d_1 よりも、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の距離 d_2 およびアノード電極 2 と放電制御電極 3 との間の距離 d_3 が大きいと、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に放電制御電極 3 が位置することがない。また、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の距離 d_2 と、アノード電極 2 と放電制御電極 3 との間の距離 d_3 とが略等しいと、放電経路の前方や後方、つまり、カソード電極 1 およびアノード電極 2 からこれらの配列方向（第 1 方向 D 1）に沿って離れた位置に放電制御電極 3 が位置することがない。

【0114】

従って、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の距離 d_1 、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の距離 d_2 、および、アノード電極 2 と放電制御電極 3 との間の距離 d_3 が、 $d_1 < d_2$ かつ $d_1 < d_3$ の関係を満足し、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の距離 d_2 と、アノード電極 2 と放電制御電極 3 との間の距離 d_3 とが略等しい構成を採用することによって、放電電流の制御を容易にかつ効果的に行うことができる構造を容易に実現することが可能になる。

【0115】

次に、カソード電極 1、アノード電極 2 および放電制御電極 3 の好ましい配置を説明する。

【0116】

本実施形態のように、カソード電極 1 とアノード電極 2 と放電制御電極 3 とが略同一平面上に設けられていると、同一の基板上に同一のプロセスでこれらの電極を形成することができる。従って、これらの電極を同一のマスクや同一のスクリーン板を用いて同時に形成することができ、能動素子 100 の製造を簡略化することができる。

【0117】

また、本実施形態のように、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の距離 d_2 と、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の最長距離 d_1' とが、 $d_2 \geq d_1'$ の関係を満足することが好ましい。カソード電極 1 とアノード電極 2 との間で放電が発生する際には、近接する端部間だけではなく、離隔した端部間でも放電が発生する。カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の距離 d_2 が、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の最長距離 d_1' 以上であることで、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間の電界強度が相対的に弱くなり、カソード電極 1 と放電制御電極 3 間での放電が発生しにくくなる。そのため、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間に放電電流が流れることを抑制でき、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間での放電を制御するために消費する電力をほとんどゼロとすることができる。その結果、高入力インピーダンス状態が実現され、消費電力を低減することができる。

【0118】

また、放電ガスの圧力は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間における放電開始電圧よりも、カソード電極 1 と放電制御電極 3 との間における放電開始電圧が高くなるように設定されていることが好ましい。この理由を図 4 を参照しながら説明する。図 4 は、能動素子 100 における放電開始電圧の圧力依存性を示す図であり、図中の実線 103 はカソード電極 1 とアノード電極 2 との間（電極間距離は約 $50 \mu\text{m}$ ）における放電開始電圧を示し、実線 104 はカソード電極 1 と放電制御電極 3 との間（電極間距離は約 $150 \mu\text{m}$ ）における放電開始電圧を示している。なお、放電開始電圧とは、所定の条件下において放電が発生する電圧の最小値である。

10

20

30

40

【0119】

放電ガスの圧力が、実線104が実線103よりも高電圧側に位置している領域に設定されていると、すなわち、カソード電極1とアノード電極2との間における放電開始電圧よりも、カソード電極1と放電制御電極3との間における放電開始電圧が高くなる領域（例えば、図4に示す破線で囲まれた領域102）に設定されていると、カソード電極1とアノード電極2との間では放電が発生しやすいのに対して、カソード電極1と放電制御電極3との間では放電が発生しにくい。従って、カソード電極1と放電制御電極3との間に放電電流が流れることを抑制でき、カソード電極1とアノード電極2との間での放電を制御するために消費する電力をほとんどゼロとすることができる。そのため、放電ガスの圧力が上述のように設定された能動素子100は、低消費電力性に優れている。

10

【0120】

なお、本実施形態においては、放電ガスとしてヘリウムを備えている能動素子100について説明したが、放電ガスとして大気（窒素および酸素）を大気圧で用いてもよい。大気を大気圧で利用する場合には、ガス封入構造を形成する工程および放電ガスを封入する工程を省略することができ、製造コストを下げるができる。

【0121】

また、カソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3は、同一の平面上に設けられていなくてもよいし、それぞれが別々の支持体（例えば基板）上に設けられていてもよい。例えば、図5および図6に示すように、誘電体材料からなる隔壁8を介して基板10に対向する対向基板11が設けられている場合、放電制御電極3は、図5に示したよう

20

に隔壁8内に（例えば厚さ $T = 50 \mu m$ 、基板10との間隔 $s_1 = 20 \mu m$ で）作り込まれてもよいし、図6に示したように対向基板11上に（例えば基板10との間隔 $s_2 = 150 \mu m$ となるように）配置されてもよい。

【0122】

能動素子100は、表示装置の画素ごとに設けられたスイッチング素子として好適に用いられるが、勿論、他の用途にも用いることができる。例えば、増幅素子としても用いることができる。具体的には、テレビジョンの表示画素ごとに能動素子100をスイッチング素子として設けるとともに、表示部の周辺にアンプの音声増幅素子として能動素子100を設けることができ、このような構成とすることで表示部とアンプ部とを同時に（同一工程で）形成することが可能になる。また、能動素子100は、後述するように、その近

30

【0123】

（実施形態2）

図7を参照しながら、本実施形態の発光素子200の構造を説明する。

【0124】

発光素子200は、実施形態1の能動素子100と、能動素子100の近傍に配置された蛍光体層5とを備えている。以下、より具体的な構造を説明する。

【0125】

基板（例えばガラス基板）10上に能動素子100が形成されており、誘電体材料からなる隔壁8を介して基板10に対向するように対向基板（例えばガラス基板）11が設けられている。本実施形態では、隔壁8の高さは $200 \mu m$ である。そして、対向基板11の基板10側（能動素子100側）の表面に、紫外線を吸収して可視光を放射する蛍光体層5が設けられている。なお、ここでは、アノード電極2は接地されている。

40

【0126】

また、図中では省略したが、能動素子100の外周にフリット材を環状に塗布した後に基板10と対向基板11とを貼り合わせることによって能動素子100の周囲に閉空間が形成されており、この閉空間内に放電ガスが封入（例えばキセノンが5%混合されたネオンが圧力 $15 kPa$ で封入）されている。放電ガスとしては、ヘリウム、アルゴン、ネオンなどの希ガスやこれらの混合ガスと、キセノンとを混合したガスを好適に用いることができる。キセノンを含むガスを放電ガスとして用いる場合には、キセノンの真空紫外領域

50

(波長が140～180nm)の放射を蛍光体層5の励起に用いる。勿論、キセノン以外のガスを混合してもよく、紫外線を放射する他のガス(例えば水銀ガス等)を用いてもよい。

【0127】

発光素子200では、能動素子100のカソード電極1とアノード電極2との間に放電(プラズマ放電)が発生すると、放電ガスに含まれるキセノンが励起される。そして、励起されたキセノンから放射される紫外線が蛍光体層5に吸収され、蛍光体層5が発光する。

【0128】

能動素子100を図2(a)および(b)に示したように駆動したところ、放電電流の大きさ(放電電流量)と、蛍光体層5の発光輝度とがほぼ比例関係にあることが確認された。蛍光体層5の発光輝度をこのように制御できるのは、放電電流の大きさとキセノンからの紫外線放射量とが単調増加の関係にあり、紫外線103の放射量を放電制御電極3の電位によって制御することができるからである。上述したように、蛍光体層5を能動素子100の近傍に配置することによって、フォトルミネッセンス効果で発生する光の量をアナログ的に制御できる。

【0129】

(実施形態3)

発光素子200を備えた表示装置300を図8(a)および(b)と、図9(a)～(c)を参照しながら説明する。図8(a)は、表示装置300を模式的に示す上面図であり、図8(b)は、表示装置300の1つの画素に対応する領域を拡大して示す上面図である。また、図9(a)～(c)は、図8(b)中の9A-9A'線、9B-9B'線、9C-9C'線に沿った断面図である。

【0130】

表示装置300は、図8(a)に示すように、行および列を有するマトリクス状に配列された複数の画素Pを有し、複数の画素Pごとに、図7に示した発光素子200を有している。なお、図8(a)は模式図であり、表示装置300の実際の画素数はここでは640×480個である。また、1つの画素Pのサイズは960μm×320μmである。それぞれの画素Pに設けられた発光素子200は、図7にも示したように、能動素子100を備えており、表示装置300はアクティブマトリクス駆動される。能動素子100のカソード電極1、アノード電極2および放電制御電極3は、図9(a)～(c)に示すように、基板(例えばガラス基板)10上に形成された誘電体層(典型的には厚膜誘電体層)24上に配置されている。

【0131】

また、表示装置300は、カソード電極1に電氣的に接続された走査配線(ゲート信号線)21と、放電制御電極3に電氣的に接続された信号配線(データ信号線)22とを有しており、さらに、アノード電極2に電氣的に接続された接地配線23を有している。なお、図8および図9では、わかりやすさのために、信号配線22を一点鎖線、接地配線23を破線で示している。

【0132】

走査配線21および信号配線22は、それぞれ行ごとおよび列ごとに設けられている。走査配線21は、表示領域外に設けられたゲートドライバに電氣的に接続され、ゲートドライバから走査電圧(ゲート電圧)を供給される。また、信号配線22は、表示領域外に設けられたデータドライバに電氣的に接続され、データドライバから信号電圧(データ電圧)を供給される。さらに、接地配線23は、表示領域外において接地されている。

【0133】

本実施形態では、走査配線21および接地配線23は、それぞれ図9(b)、図9(c)に示したように誘電体層24下でガラス基板10上に形成されており、誘電体層24に設けられた開口部(スルーホール)24aを介してカソード電極1、アノード電極2に電氣的に接続されている。また、信号配線22は、図9(a)～(c)に示したように誘電

10

20

30

40

50

体層 2 4 上に形成されている。

【0134】

表示装置 300 が有する能動素子 100、発光素子 200 は、既に述べたようにして製造することができ、フォトリソグラフィ法やスクリーン印刷法などの公知の手法を用いて製造することができる。また、誘電体層 24、走査配線 21、信号配線 22 および接地配線 23 も、公知の材料を用いて公知の手法により製造することができる。スクリーン印刷法などの厚膜形成法を用いると、高価な真空装置を用いる必要がないので、コスト的な利点大きい。走査配線 21 に走査電圧を供給するゲートドライバや、信号配線 22 に信号電圧を供給するデータドライバとしては、一般的なアクティブマトリクス駆動の液晶表示装置に用いられるものを用いることができる。ただし、ゲートドライバとしては、放電を発生させるのに必要な電圧に耐え得るように、耐圧の大きなもの（例えば耐圧 300 V のもの）を用いることが好ましい。図 8 および図 9 に例示した構造においては、カソード電極 1、アノード電極 2、放電制御電極 3 および信号配線 22 をスクリーン印刷法によって同時に形成することができるし、また、走査配線 21 と接地配線 23 とを同時に形成することもできる。そのため、能動素子として TFT を備える従来の表示装置を製造する場合に比べて、マスク枚数、フォトリソグラフィ工程などを大幅に削減されることができ、製造コストを低減することができる。

10

【0135】

図 10 (a)、(b) および (c) を参照しながら、表示装置 300 の駆動方法を説明する。図 10 (a) に模式的に示すように、表示装置 300 は、マトリクス状に配列された複数の画素を有する。図 10 (a) においては、 n 行目 m 列目の画素を $n m$ と表記している。

20

【0136】

まず、ゲートドライバから、行ごとに設けられた走査配線 21 に、1 行目から順に走査電圧（ゲート電圧） V_{gn} (V_{g1} 、 V_{g2} 、 V_{g3} 、 \dots) が供給され、カソード電極 1 に走査配線 21 を介して放電発生電圧としての走査電圧 V_{gn} が供給される。ゲートドライバは、図 10 (b) に示すように、振幅（電圧の大きさ）が一定（ここでは -250 V）でパルス幅が一定（ここでは $10 \mu s$ ）のパルス電圧を発生させる。

【0137】

これと同期して、データドライバから、列ごとに設けられた信号配線 22 に所定のタイミングで信号電圧（データ電圧） V_{dnm} (V_{dn1} 、 V_{dn2} 、 V_{dn3} 、 \dots) が供給され、放電制御電極 3 に信号配線 22 を介して放電制御電圧としての信号電圧 V_{dnm} が供給される。データドライバは、図 10 (c) に示すように、パルス幅が一定で、個々のデータに対応した振幅（電圧の大きさ； V_{d11} 、 V_{d21} 、 V_{d31} 、 \dots ）のパルス電圧を発生させる。ここでは、データ電圧が 0 V のときが白階調表示、 50 V のときが黒階調表示に対応し、データ電圧が 0 V より大きく 50 V 未満であるときが中間調表示に対応している。勿論、データドライバは、振幅が一定で、パルス幅が個々のデータに対応して変化するようなパルス電圧を発生させてもよい。

30

【0138】

各画素は、放電制御電極 3 に印加された放電制御電圧としての信号電圧 V_{dnm} に応じて、所定の表示状態となる。放電制御電極 3 に印加された放電制御電圧が、カソード電極 1 およびアノード電極 2 間で放電が発生しないような電圧、すなわちオフ電圧である場合には、能動素子 100 から紫外線が放射されないの、発光素子 200 は発光しない。また、放電制御電極 3 に印加された放電制御電圧が、カソード電極 1 およびアノード電極 2 間で放電が発生するような電圧、すなわちオン電圧である場合には、能動素子 100 から紫外線が放射されるので、発光素子 200 は発光する。このとき、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に流れる放電電流の大きさと能動素子 100 から放射される紫外線の量とは、放電制御電圧に応じて変化するので、発光素子 200 の発光輝度をアナログ的に変化させることができる。

40

【0139】

50

本発明による表示装置 300 は、上述したように、蛍光体のフォトルミネッセンス効果を利用した自発光型の表示装置であって、かつ、その発光輝度をアナログ的に制御できる表示装置である。

【0140】

表示装置 300 は、表示の 1 周期について 1 つのアドレス期間で多階調表示を行うことができるので、表示期間が複数のアドレス期間によって制限されることがない。そのため、輝度の向上が容易であり、明るい表示を実現することができる。また、表示の 1 周期について 1 つのアドレス期間で多階調表示を行うことができるので、パルス幅変調法を用いる PDP と比べて駆動回路を単純化できる。そのため、製造コストを低減することができる。

10

【0141】

さらに、放電制御電圧に対してほぼ連続的に変化する放電電流の大きさと蛍光体層 5 の発光輝度とが単調増加の関係にあるので、輝度をアナログ的に変化させることができる。そのため、階調数を多くすることが容易であり、階調数の増加と駆動回路の単純化とがトレードオフの関係となることがない。

【0142】

また、表示装置 300 は、半導体層やゲート絶縁膜を形成する際に用いる高価な真空装置を用いることなく、スクリーン印刷などの厚膜形成法を用いて製造することができるので、アクティブマトリクス駆動を行う表示装置であるにも関わらず安価に製造することができる。

20

【0143】

なお、能動素子 100、発光素子 200 を備えた表示装置の構成は、ここで例示したものに限定されない。ここでは、図 9 (b) および (c) に示したように、カソード電極 1 およびアノード電極 2 が誘電体層 24 上に形成されており、これらがスルーホール 24a を介して走査配線 21、接地配線 23 に電気的に接続されている場合を説明したが、例えば、図 11 (a) および (b) と図 12 (a) ~ (c) に示す表示装置 300' のように、誘電体層 24 に設けた開口部 24a 内の走査配線 21 上、接地配線 23 上にカソード電極 1、アノード電極 2 を直接形成してもよい。なお、この場合、図 12 (b) および (c) に示したように、カソード電極 1 およびアノード電極 2 は凹部に位置しているが、能動素子 100 (発光素子 200) が図 9 (b) および (c) に示した構成と同様の特性を示すことは確認されている。

30

【0144】

(実施形態 4)

まず、図 13 (a) および (b) を参照しながら本実施形態の能動素子 400 の構造を説明する。図 13 (a) は、能動素子 400 を模式的に示す斜視図であり、図 13 (b) は、能動素子 400 を模式的に示す上面図である。

【0145】

能動素子 400 は、図 1 (a) および (b) に示すように、互いの間で放電を発生させるカソード電極 1 およびアノード電極 2 と、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に流れる放電電流の大きさを制御する第 1 放電制御電極 3a および第 2 放電制御電極 3b とを備えている。カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に流れる放電電流の大きさは、後述するように第 1 放電制御電極 3a および第 2 放電制御電極 3b の電位に応じて制御される。

40

【0146】

カソード電極 1 とアノード電極 2 とは、ある方向 (第 1 方向) D1 に沿って所定の間隔で設けられている。また、第 1 放電制御電極 3a は、放電経路 101 の近傍に設けられており、第 2 放電制御電極 3b は、放電経路から比較的離れた位置に設けられている。より具体的には、第 1 放電制御電極 3a は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に設けられており、第 2 放電制御電極 3b は、カソード電極 1 およびアノード電極 2 から、第 1 方向 D1 に略直交する第 2 方向 D2 に沿って離れた位置に設けられている。さらに、本実施

50

形態では、カソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3 a および第 2 放電制御電極 3 b は、略同一平面上に形成されており、より具体的には、絶縁性表面を有する基板 10 上に形成されている。

【0147】

また、能動素子 400 は、少なくともカソード電極 1 とアノード電極 2 との間にイオン化可能な放電ガス（不図示）を有している。放電ガスは、例えば、基板 10 上に形成されたガス封入構造（不図示）の内部に封入されている。

【0148】

能動素子 400 は、例えば、以下のようにして製造される。

【0149】

まず、基板 10 上に、カソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3 a および第 2 放電制御電極 3 b を形成する。ここでは、基板 10 として、厚さ 3 mm のソーダガラスからなるガラス基板を用いる。勿論、基板 10 の材質や厚さはこれに限定されず、能動素子 400 の製造プロセスに耐え得る基板であればよい。能動素子 400 の用途によっては、透明性を有する基板を用いる。例えば、バックライトからの光を表示に用いる透過型液晶表示装置や透過反射両用型液晶表示装置に用いる場合には、透明性を有する基板を用いる。反射型液晶表示装置や有機 EL 表示装置に用いる場合には、金属や樹脂等の材料からなる不透明性の基板であってもよい。

【0150】

また、電極の材料としてニッケルを用い、スクリーン印刷法によってカソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3 a および第 2 放電制御電極 3 b を形成する。まず、ニッケル粉末やバインダー材料などを含んで構成されるニッケルペーストを、所定のパターンを有するスクリーン版のメッシュ部を通過させて基板 10 上に塗布する。次に、基板上に塗布されたニッケルペーストを約 300℃ で乾燥・固化させる。その後、約 600℃ で焼成を行うことによって導電性が得られる。

【0151】

ここでは、カソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3 a および第 2 放電制御電極 3 b を、直方体状（基板 10 法線方向から見て長方形状）に以下の寸法で形成する。なお、ここで例示する寸法は、20 インチ以上で 60 インチ程度までの表示装置が画素ごとに備えるスイッチング素子として好適な寸法であるが、勿論これに限定されるものではない。

カソード電極 1：幅 $W1$ 50 μm × 長さ $L1$ 80 μm 、厚さ 15 μm

アノード電極 2：幅 $W2$ 50 μm × 長さ $L2$ 80 μm 、厚さ 15 μm

第 1 放電制御電極 3 a：幅 $W3a$ 50 μm × 長さ $L3a$ 80 μm 、厚さ 15 μm

第 2 放電制御電極 3 b：幅 $W3b$ 50 μm × 長さ $L3b$ 250 μm 、厚さ 15 μm

【0152】

カソード電極 1、第 1 放電制御電極 3 a およびアノード電極 2 は、図 1 に示すように、この順に所定の間隔で互いに長辺が対向するように設けられている。そして、第 2 放電制御電極 3 b は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に位置しないように設けられており、その長辺がカソード電極 1 およびアノード電極 2 の短辺に対向するように設けられている。また、カソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3 a および第 2 放電制御電極 3 b は、以下のような間隔をあけて形成されている。

【0153】

カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の距離 $d_4 = 150 \mu\text{m}$

カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 $d_5 = 250 \mu\text{m}$

アノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 $d_6 = 250 \mu\text{m}$

カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の最長距離 $d_4' = 250 \mu\text{m}$

カソード電極 1 と第 1 放電制御電極 3 a との間の距離 $d_7 = 50 \mu\text{m}$

アノード電極 2 と第 1 放電制御電極 3 a との間の距離 $d_8 = 50 \mu\text{m}$

【0154】

10

20

30

40

上述の電極の材料としては、ニッケルに限定されず、導電性があり、適当な2次電子放出係数をもつ金属を用いることができ、銀やアルミニウムなどを用いてもよい。また、電極の形成方法もスクリーン印刷法に限定されず、サンドブラスト法や感光性ペースト法などを用いて厚さ1 μm 以上の厚膜として形成してもよい。さらに、スパッタ法や電子ビーム蒸着法を用いて厚さ1 μm 以下の薄膜を形成し、ドライエッチングまたはウェットエッチングプロセスによって所定の電極パターン(形状)に形成してもよい。本実施形態のようにスクリーン印刷法を用いると、簡便に電極の形成を実行することができ、基板上に多数のスイッチング素子が形成された装置の大型化が容易に実現される。

【0155】

さらに、上述のようにして形成された電極の表面に、六ホウ化ランタンや六ホウ化ガドリニウムあるいは酸化マグネシウムなどの、2次電子放出係数が高く、高い耐スパッタ性を有する材料からなる被覆膜を形成してもよい。このような被覆膜は、例えば、電着法やスパッタ法あるいは電子ビーム蒸着法などを用いて形成することができる。

【0156】

次に、上述のようにして電極が形成された基板10上に、ガス封入構造を形成する。まず、カソード電極1、アノード電極2、第1放電制御電極3aおよび第2放電制御電極3bを取り囲むように、ガラスを主成分とするフリット材を塗布する。続いて、ガス封入構造の高さを規定するスペーサ(高さ約200 μm)と封止用ガラス板とを所定の位置に配置し、約600℃で焼成することによって、電極が形成された基板とガラス板とがフリット材によって接着されたガス封入構造が形成される。その後、ガス封入構造の内部を真空引きし、放電ガスとしてキセノンが5%混入されたネオンを15kPaの圧力で封入・封止する。基板10上に能動素子100を複数個形成する場合には、それらを取り囲むようにガス封入構造を形成すればよい。

【0157】

なお、放電ガスとしては、ここで例示したものに限定されず、電極が腐食されたり、電極に付着したりすることがないガスであればよい。ヘリウム、アルゴン、ネオン、キセノンなどの希ガスや、これらの混合物を用いると、比較的低い電圧で放電を発生させることができる。また、放電ガスとして、大気を大気圧で用いると、ガス封入構造とその作製工程を省略することができるので、より簡易な構成が実現され、製造プロセスを簡略化することができる。

【0158】

以下、上述のようにして形成された本実施形態の能動素子400の特性と動作原理を説明する。

【0159】

能動素子400は、例えば、受動素子を駆動するスイッチング素子として機能する。能動素子400を用いて受動素子(被駆動部)を駆動する場合、例えば、図13(a)に示すように、放電発生電圧(ここでは直流定電圧 V_p)を供給する電源6とカソード電極1とを電氣的に接続し、第1放電制御電圧(ここではゲート電圧 V_g)を供給する電源7aと第1放電制御電極3aとを電氣的に接続する。また、第2放電制御電圧(ここではデータ電圧 V_d)を供給する電源7bと第2放電制御電極3bとを電氣的に接続し、アノード電極2と被駆動部(受動素子)4とを電氣的に接続する。ここで、放電発生電圧は、第1放電制御電極3aと第2放電制御電極3bとに電圧が印加されていない状態で、カソード電極1とアノード電極2との間に放電を発生させるのに十分な大きさの電圧である。被駆動部4が等価的に容量である場合、例えば、一對の電極(画素電極および対向電極)とこれらの間に挟持された液晶層とからなる液晶容量である場合には、能動素子400がオンとされると、被駆動部4に電荷が蓄積される。また、被駆動部4が等価的に抵抗である場合、例えば有機EL(エレクトロルミネッセンス)素子である場合には、能動素子400がオンとされると、被駆動部4に電流が流れる。

【0160】

また、能動素子400は、その近傍に蛍光体層を備えていることによって、プラズマ放

10

20

30

40

50

電により蛍光体層を発光させる発光素子として機能する。放電電流の大きさ（量）とプラズマ中の励起ガス（例えばキセノン）からの紫外線放射が単調増加の関係にあれば、能動素子400から発生する紫外線量を第1放電制御電極3aおよび第2放電制御電極3bの電位に応じて制御することができるので、フォトルミネッセンス効果による発光の輝度を制御することができる。

【0161】

本実施形態の能動素子400の特性を図14(a)および(b)を参照しながら説明する。図14(a)および(b)は、カソード電極1に -250V の一定の直流電圧 V_p を印加した状態で、第1放電制御電極3aに印加する第1放電制御電圧 V_g および第2放電制御電極3bに印加する第2放電制御電圧 V_d の一方を一定とし、他方を変化させたときの、被駆動部4に供給される（すなわちカソード電極1とアノード電極2との間を流れる）電流 I の変化を示すグラフである。

10

【0162】

図14(a)に示すように、第1放電制御電極3aに印加する第1放電制御電圧 V_g を一定（ $V_g = -40\text{V}$ ）とし、第2放電制御電極3bに印加する第2放電制御電圧 V_d を変化させると、被駆動部4に供給される電流 I の大きさがゼロから所定の大きさまでなめらかに線形的に変化する。

【0163】

このように、能動素子400においては、被駆動部4に供給される電流 I の大きさを制御することができる。これは、カソード電極1、アノード電極2、第1放電制御電極3aおよび第2放電制御電極3bのそれぞれの電位の相対的な高低関係によって、カソード電極1とアノード電極2との間に流れる放電電流の大きさが変化するためである。以下、図15(a)～(c)を参照しながら、カソード電極1、アノード電極2および第2放電制御電極3bの電位の高低関係と放電電流の大きさとの関係と、第2放電制御電極3bの機能とをさらに詳しく説明する。図15(a)～(c)は、電極間の電位差に応じて発生する電気力線 E を模式的に示す図である。

20

【0164】

まず、第2放電制御電極3bの電位 V_{3b} が、カソード電極1の電位 V_1 とアノード電極2の電位 V_2 との間にあってアノード電極2の電位 V_2 よりも低いとき（ $V_2 > V_{3b} > V_1$ であるとき）には、カソード電極1とアノード電極2との間の電位差（ $V_2 - V_1$ ）が、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間の電位差（ $V_{3b} - V_1$ ）よりも大きい。従って、図15(a)に示すように、電気力線 E は、カソード電極1とアノード電極2との間に主に存在する。そのため、このような電位になるようにそれぞれの電極に電圧を印加したときには、カソード電極1とアノード電極2との間で放電が発生し、これらの間に放電電流が流れる。

30

【0165】

また、第2放電制御電極3bの電位 V_{3b} が、カソード電極1の電位 V_1 とアノード電極2の電位 V_2 との間になくアノード電極2の電位 V_2 よりも高いとき（ $V_{3b} > V_2 > V_1$ であるとき）には、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間の電位差（ $V_{3b} - V_1$ ）が、カソード電極1とアノード電極2との間の電位差（ $V_2 - V_1$ ）よりも大きくなる。従って、電気力線 E は、図15(b)に示すように、カソード電極とアノード電極2との間だけでなく、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間にも存在する。従って、このような電位になるようにそれぞれの電極に電圧を印加したとき、カソード電極1とアノード電極2との間に発生する放電は、図15(a)に示した場合に比べて弱く、これらの間に流れる放電電流の大きさは図15(a)に示した場合に比べて小さい。

40

【0166】

そして、第2放電制御電極3bの電位 V_{3b} が、カソード電極1の電位 V_1 とアノード電極2の電位 V_2 との間になくアノード電極2の電位 V_2 よりも十分に高いときには、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間の電位差（ $V_{3b} - V_1$ ）が、カソード電極1とアノード電極2との間の電位差（ $V_2 - V_1$ ）よりも十分に大きくなる。従って、電

50

気力線 E は、図 15 (c) に示すように、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間に主に存在し、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間にはほとんど存在しない。従って、このような電位になるようにそれぞれの電極に電圧を印加したとき、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間には、放電はほとんど発生せず、これらの間には放電電流がほとんど流れない。

【0167】

このように、第 2 放電制御電極 3 b は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に生成される電気力線 E を選択的に第 2 放電制御電極 3 b に導き、それによってカソード電極 1 とアノード電極 2 との間の電気力線 E の数（すなわち電界強度）を減らす機能を奏する。

【0168】

また、図 14 (b) に示すように、第 2 放電制御電極 3 b に印加する第 2 放電制御電圧 V_d を一定 ($V_d = 0\text{ V}$ または $V_d = +30\text{ V}$) とし、第 1 放電制御電極 3 a に印加する第 1 放電制御電圧 V_g を変化させると、約 -60 V を境として電流 I の大きさがゼロから所定の大きさまで急激に変化し、能動素子 400 のオン状態とオフ状態とが約 -60 V を境に切り替わる。

【0169】

このように、能動素子 400 においては、第 1 放電制御電圧 V_g を変化させることによって被駆動部 4 に供給される電流 I のオン・オフを制御することができる。以下、図 16 (a) ~ (e) を参照しながら、この理由と、第 1 放電制御電極 3 a の機能とを説明する。

【0170】

第 1 放電制御電極 3 a が存在しない場合には、プラズマ放電が発生すると、図 16 (a) に示すように、負電位側の電極（カソード電極 1）近傍で等電位面 E Q が集中した（等電位面の間隔が狭い）強い電界が発生する一方、その他の部分では弱い電界が発生し、放電空間には安定な電位構造が形成される。

【0171】

一方、第 1 放電制御電極 3 a が存在する場合には、第 1 放電制御電極 3 a に与えられる電位に応じて、放電空間の電位構造（放電空間の等電位面 E Q の分布）は図 16 (b) ~ (e) に示すように変化する。

【0172】

第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} がアノード電極 2 の電位 V_2 とほぼ同じである ($V_{3a} = V_2 \gg V_1$) と、図 16 (b) に示したように、放電空間の電位構造は第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} によって若干乱され、等電位面 E Q が主にカソード電極 1 と第 1 放電制御電極 3 a との間に存在するような電位構造が形成される。そのため、放電電流は流れるものの、その大きさは図 16 (a) に示した場合に比べて小さい。

【0173】

第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} がカソード電極 1 の電位 V_1 とアノード電極 2 の電位 V_2 との間にあり、アノード電極 2 の電位 V_2 よりも少し低い ($V_2 > V_{3a} \gg V_1$) と、図 16 (c) に示したように、放電空間の電位構造は、図 16 (a) に示した場合（第 1 放電制御電極 3 a が存在しない場合）に近い安定な電位構造であり、放電経路 101 が太く確保されるので、放電電流がもっとも大きく流れる。

【0174】

第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} がカソード電極 1 の電位 V_1 とアノード電極 2 の電位 V_2 との間にあり、アノード電極 2 の電位 V_2 よりも十分低い ($V_2 \gg V_{3a} \gg V_1$) と、図 16 (d) に示したように、放電空間の電位構造は第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} によって若干乱されるので、放電経路 101 が第 1 放電制御電極 3 a から離れて細くなり放電電流が減少する。第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} をさらに低くすると、図 16 (e) に示したように、放電空間の電位構造は第 1 放電制御電極 3 a の電位 V_{3a} によって著しく乱されるので、放電経路に沿って放電維持に好ましい電位構造が存在せず、そのため、放電電流が流れない。

10

20

30

40

【0175】

上述したように、第1放電制御電極3aは、カソード電極1とアノード電極2との間に発生する放電の電位構造を乱す機能、すなわち、カソード電極1とアノード電極2との間に発生する放電に起因した等電位面EQの分布を変化させる機能を有しており、そのことによって、カソード電極1とアノード電極2との間での放電を制御することが可能になる。なお、図16(c)～(e)に示した状態では、カソード電極1と第1放電制御電極3aとの間の電位差よりも、カソード電極1とアノード電極2との間の電位差の方が大きいので、カソード電極1と第1放電制御電極3aとの間では放電が発生しにくく、カソード電極1とアノード電極2との間では放電が発生しやすい。

【0176】

放電発生電圧 $V_p = -250V$ 、第2放電制御電圧 $V_d = 0V$ のときの能動素子400の素子特性を図17に示す。図17においては、図16(b)～(e)の状態に相当する点を参照符号(b)～(e)を用いて示している。

【0177】

図17に示したように、能動素子400は、図16(b)、(c)および(d)に示した状態をオン状態、図16(e)に示した状態をオフ状態として機能する。つまり、図16(c)に示した状態(第1放電制御電極3aに印加される電圧が $-40V$)と、図16(e)に示した状態(第1放電制御電極3aに印加される電圧が $-70V$)とを切り替えることによって、放電電流をオン/オフ制御することができる。従って、高耐圧のドライバを用いてカソード電極1に高い電圧(例えば $-250V$)をパルス的に印加する必要はなく、カソード電極1に直流定電圧を印加した状態で第1放電制御電極3aに印加する電圧を比較的低い電圧域で切り替える(例えば $-40V$ と $-70V$ とで切り替える)ことによって、放電電流のオン/オフを制御することができる。

【0178】

上述したように、本発明による能動素子400においては、カソード電極1とアノード電極2との間に放電発生電圧が印加された状態で、第1放電制御電極3aに印加される第1放電制御電圧と、第2放電制御電極3bに印加される第2放電制御電極3bとを調整することによって、カソード電極1とアノード電極2との間に流れる放電電流の大きさを変化させることができ、そのことによって、被駆動部4に供給される電流Iの大きさを制御することができる。すなわち、本発明による能動素子400は、プラズマ放電部をチャンネルとした4端子能動素子であるとも言える。ただし、本発明による能動素子400は、既存の能動素子(例えば薄膜トランジスタ)のように、半導体層やゲート絶縁層を備える必要がなく、これらと同等の効果を放電(プラズマ放電)およびその発生特性により実現しているので、その製造に際して半導体層やゲート絶縁膜を作製するための高価な真空装置を必要としない。そのため、設備投資の額を少なくすることができるし、素子自体の製造コストを低くすることができる。

【0179】

また、本発明による能動素子400は、第1放電制御電極3aと第2放電制御電極3bとを有し、第1放電制御電極3aは第2放電制御電極3bよりも、カソード電極1とアノード電極2との間で発生する放電の経路101に近い。言い換えると、能動素子400は、放電経路101に比較的近い第1放電制御電極3aと、放電経路101に比較的遠い第2放電制御電極3bとを有している。従って、図16(b)～(e)に示したように放電経路101に近い第1放電制御電極3aによって専ら放電電流のオン/オフ制御を行い、図15(a)～(c)に示したように放電経路101に遠い第2放電制御電極3bによって放電電流の大きさをなめらかに制御することができる。従って、放電発生電圧として直流電圧を用い、第1放電制御電圧および第2放電制御電圧として比較的低い電圧を用いた駆動が可能になる。そのため、高電圧をパルス的に印加できる高耐圧ドライバを電源として用いる必要がなくなるので、製造コストを低減することができる。

【0180】

上述したように、本発明による能動素子400では、第1放電制御電極3aと第2放電

10

20

30

40

50

制御電極 3 b とが協同的に放電電流の大きさを制御する。以下、第 1 放電制御電極 3 a と第 2 放電制御電極 3 b の好ましい配置を説明する。

【0181】

第 1 放電制御電極 3 a を、放電経路 101 にできるだけ近い位置に設けることによって、カソード電極 1 とのアノード電極 2 との電位差に応じて生成される電位構造を効果的に（比較的低い電圧の印加により）崩すことができる。例えば、本実施形態のように、第 1 放電制御電極 3 a をカソード電極 1 とアノード電極 2 との間に設けることによって、放電電流を効果的に（比較的低い電圧の印加により）オン／オフ制御できる。

【0182】

また、本実施形態のように、第 2 放電制御電極 3 b を、放電経路 101 の側方、より具体的には、カソード電極 1 およびアノード電極 2 から第 2 方向 D2 に沿って離れた位置に設けることによって、放電電流の大きさを容易にかつ効果的に制御することができる。この理由は以下の通りである。第 2 放電制御電極 3 b が放電空間内のある場所（点）の電位構造に及ぼす影響の強さは、第 2 放電制御電極 3 b とその場所（点）との距離に応じて変化し、近いほど強く、遠いほど弱い。第 2 放電制御電極 3 b が、放電経路 101 の側方、より具体的には、カソード電極 1 およびアノード電極 2 から第 2 方向 D2 に沿って離れた位置に設けられていると、カソード電極 1 とアノード電極 2 との電位差に応じて生成される電位構造に対して第 2 放電制御電極 3 b の電位が及ぼす影響の強さが、第 2 方向 D2 に沿って変化する。すなわち、カソード電極 1 とアノード電極 2 との電位差に応じて生成される電気力線 E（第 1 方向に平行であり、第 2 方向に沿って複数並ぶ）に対して第 2 放電制御電極 3 b の電位が及ぼす影響の強さが第 2 方向 D2（電気力線の並ぶ方向）に沿って変化する。そのため、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間（放電空間内）に生成される電気力線を選択的に第 2 放電制御電極 3 b に導いて電界強度を調整することが容易となり、その結果、放電電流の大きさを容易にかつ効果的に制御することができる。

【0183】

さらに、本実施形態のように、カソード電極 1 およびアノード電極 2 が、配列方向である第 1 方向 D1 に略直交する第 2 方向 D2 に平行に長手方向が規定される形状を有していると、放電電流の大きさをより効果的に制御することができる。この理由は以下の通りである。放電空間内に発生する電気力線の数を実効果的に制御するためには、第 2 放電制御電極 3 b の電位が放電空間内の電位構造に与える影響の強さが、放電空間内で大きく変化することが好ましい。カソード電極 1 およびアノード電極 2 の長手方向が第 2 方向 D2 に平行であるということは、第 2 放電制御電極 3 b がカソード電極 1 およびアノード電極 2 から長手方向に沿って離れているということなので、放電空間と第 2 放電制御電極 3 b との最短距離と放電空間と第 2 放電制御電極 3 b との最長距離との差を大きく確保することができる。従って、第 2 放電制御電極 3 b が放電空間内の電位構造に与える影響の強さを放電空間内で大きく変化させることができる。そのため、電気力線 E を選択的に第 2 放電制御電極 3 b に導いて放電電流を制御することがより容易となる。

【0184】

また、カソード電極 1 およびアノード電極 2 が第 2 方向 D2 に平行に長手方向が規定される形状を有している場合には、第 1 放電制御電極 3 a が第 2 方向 D2 に平行に長手方向が規定される形状を有していると、より効果的に電位構造を崩すことができ、放電電流をより容易にオン／オフ制御することができる。

【0185】

さらに、第 2 放電制御電極 3 b が長手方向を有する形状である場合には、その長手方向が第 1 方向 D1 に平行であると、放電空間内に生成される電位構造に対して第 2 放電制御電極 3 b がより効果的に影響を及ぼすことができる。

【0186】

また、本実施形態では、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の距離 d_4 （ $= 150 \mu m$ ）よりも、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 （ $= 250 \mu m$ ）およびアノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_6 （ $= 250 \mu m$ ）が大

きく、また、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 と、アノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_6 とが等しい。

【0187】

放電電流の大きさを効果的に制御するためには、既に述べたように、第 2 放電制御電極 3 b が電位構造に対して及ぼす影響の強さが、第 2 方向 D 2 に沿って変化することが好ましい。そのため、第 2 放電制御電極 3 b は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に位置しないことが好ましい。第 2 放電制御電極 3 b がカソード電極 1 とアノード電極 2 との間に位置すると、第 2 放電制御電極 3 b の影響の強さを第 2 方向 D 2 に沿って変化させることが難しいからである。また、同様の理由から、第 2 放電制御電極 3 b が放電経路の前方や後方、すなわち、カソード電極 1 およびアノード電極 2 からこれらの配列方向（第 1 方向 D 1）に沿って離れた位置に設けられていないことが好ましい。

【0188】

カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の距離 d_4 よりも、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 およびアノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_6 が大きいと、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に第 2 放電制御電極 3 b が位置することがない。また、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 と、アノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_6 とが略等しいと、放電経路の前方や後方、つまり、カソード電極 1 およびアノード電極 2 からこれらの配列方向（第 1 方向 D 1）に沿って離れた位置に第 2 放電制御電極 3 b が位置することがない。

【0189】

従って、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の距離 d_4 、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 、および、アノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_6 が、 $d_4 < d_5$ かつ $d_4 < d_6$ の関係を満足し、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 と、アノード電極 2 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_6 とが略等しい構成を採用することによって、放電電流のなめらかな制御を容易にかつ効果的に行うことができる構造を容易に実現することが可能になる。

【0190】

引き続き、カソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3 a および第 2 放電制御電極 3 b の好ましい配置を説明する。

【0191】

本実施形態のように、カソード電極 1 とアノード電極 2 と第 1 放電制御電極 3 a と第 2 放電制御電極 3 b とが略同一平面上に設けられていると、同一の基板上に同一のプロセスでこれらの電極を形成することができる。従って、これらの電極を同一のマスクや同一のスクリーン板を用いて同時に形成することができ、能動素子 400 の製造を簡略化することができる。

【0192】

また、本実施形態のように、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 と、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の最長距離 d_4' とが、 $d_5 \geq d_4'$ の関係を満足することが好ましい。カソード電極 1 とアノード電極 2 との間で放電が発生する際には、近接する端部間だけではなく、離隔した端部間でも放電が発生する。カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の距離 d_5 が、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間の最長距離 d_4' 以上であることで、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間の電界強度が相対的に弱くなり、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b 間での放電が発生しにくくなる。そのため、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間に放電電流が流れることを抑制でき、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間での放電を制御するために消費する電力をほとんどゼロとすることができる。その結果、高入力インピーダンス状態が実現され、消費電力を低減することができる。

【0193】

また、放電ガスの圧力は、カソード電極 1 とアノード電極 2 との間における放電開始電圧よりも、カソード電極 1 と第 2 放電制御電極 3 b との間における放電開始電圧が高くな

るように設定されていることが好ましい。この理由を図18を参照しながら説明する。図18は、能動素子400における放電開始電圧の圧力依存性を示す図であり、図中の実線403はカソード電極1とアノード電極2との間（電極間距離は約150 μ m）における放電開始電圧を示し、実線404はカソード電極1と第2放電制御電極3bとの間（電極間距離は約250 μ m）における放電開始電圧を示している。なお、放電開始電圧とは、所定の条件下において放電が発生する電圧の最小値である。

【0194】

放電ガスの圧力が、実線404が実線403よりも高電圧側に位置している領域に設定されていると、すなわち、カソード電極1とアノード電極2との間における放電開始電圧よりも、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間における放電開始電圧が高くなる領域（例えば、図18に示す破線で囲まれた領域402）に設定されていると、カソード電極1とアノード電極2との間では放電が発生しやすいのに対して、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間では放電が発生しにくい。従って、カソード電極1と第2放電制御電極3bとの間に放電電流が流れることを抑制でき、カソード電極1とアノード電極2との間での放電を制御するために消費する電力をほとんどゼロとすることができる。そのため、放電ガスの圧力が上述のように設定された能動素子400は、低消費電力性に優れている。

【0195】

なお、本実施形態においては、放電ガスとしてヘリウムを備えている能動素子400について説明したが、放電ガスとして大気（窒素および酸素）を大気圧で用いてもよい。大気を大気圧で利用する場合には、ガス封入構造を形成する工程および放電ガスを封入する工程を省略することができ、製造コストを下げることができる。

【0196】

また、カソード電極1、アノード電極2、第1放電制御電極3aおよび第2放電制御電極3bは、同一の平面上に設けられていなくてもよいし、それぞれが別々の支持体（例えば基板）上に設けられていてもよい。例えば、図19および図20に示すように、誘電体材料からなる隔壁8を介して基板10に対向する対向基板11が設けられている場合、第2放電制御電極3bは、図19に示したように隔壁8内に（例えば厚さ $T' = 50\mu$ m、基板10との間隔 $s_3 = 50\mu$ mで）作り込まれてもよいし、図20に示したように対向基板11上に（例えば基板10との間隔 $s_4 = 150\mu$ mとなるように）配置されてもよい。

【0197】

能動素子400は、表示装置の画素ごとに設けられたスイッチング素子として好適に用いられるが、勿論、他の用途にも用いることができる。例えば、増幅素子としても用いることができる。具体的には、テレビジョンの表示画素ごとに能動素子400をスイッチング素子として設けるとともに、表示部の周辺にアンプの音声増幅素子として能動素子400を設けることができ、このような構成とすることで表示部とアンプ部とを同時に（同一工程で）形成することが可能になる。また、能動素子400は、後述するように、その近傍に蛍光体層を設けることによって、発光素子としても用いられる。

【0198】

（実施形態5）

図21を参照しながら、本実施形態の発光素子500の構造を説明する。

【0199】

発光素子500は、実施形態4の能動素子400と、能動素子400の近傍に配置された蛍光体層5とを備えている。以下、より具体的な構造を説明する。

【0200】

基板（例えばガラス基板）10上に能動素子400が形成されており、誘電体材料からなる隔壁8を介して基板10に対向するように対向基板（例えばガラス基板）11が設けられている。本実施形態では、隔壁8の高さは200 μ mである。そして、対向基板11の基板10側（能動素子400側）の表面に、紫外線を吸収して可視光を放射する蛍光体

10

20

30

40

50

層 5 が設けられている。なお、ここでは、アノード電極 2 は接地されている。

【0201】

また、図中では省略したが、能動素子 400 の外周にフリット材を環状に塗布した後に基板 10 と対向基板 11 とを貼り合わせることによって能動素子 400 の周囲に閉空間が形成されており、この閉空間内に放電ガスが封入（例えばキセノンが 5 % 混合されたネオンが圧力 15 kPa で封入）されている。放電ガスとしては、ヘリウム、アルゴン、ネオンなどの希ガスやこれらの混合ガスと、キセノンとを混合したガスを好適に用いることができる。キセノンを含むガスを放電ガスとして用いる場合には、キセノンの真空紫外領域（波長が 140 ~ 180 nm）の放射を蛍光体層 5 の励起に用いる。勿論、キセノン以外のガスを混合してもよく、紫外線を放射する他のガス（例えば水銀ガス等）を用いてもよい。

10

【0202】

発光素子 500 では、能動素子 400 のカソード電極 1 とアノード電極 2 との間に放電（プラズマ放電）が発生すると、放電ガスに含まれるキセノンが励起される。そして、励起されたキセノンから放射される紫外線が蛍光体層 5 に吸収され、蛍光体層 5 が発光する。

【0203】

能動素子 400 を図 14 (a) および (b) に示したように駆動したところ、放電電流の大きさ（放電電流量）と、蛍光体層 5 の発光輝度とがほぼ比例関係にあることが確認された。蛍光体層 5 の発光輝度をこのように制御できるのは、放電電流の大きさとキセノンからの紫外線放射量が単調増加の関係にあり、紫外線 103 の放射量を第 2 放電制御電極 3b の電位によって制御することができるからである。上述したように、蛍光体層 5 を能動素子 400 の近傍に配置することによって、フォトルミネッセンス効果で発生する光の量をアナログ的に制御できる。また、第 1 放電制御電極 3a の電位を比較的低い電圧域（例えば -40 V から -70 V）で変化させることによって、発光をオン／オフ制御できた。つまり、本発明による発光素子 500 を駆動するのに、PDP で使用されるような高電圧、高耐圧のドライバを用いる必要はない。

20

【0204】

（実施形態 6）

発光素子 500 を備えた表示装置 600 を図 22 (a) および (b) と、図 23 (a) ~ (d) とを参照しながら説明する。図 22 (a) は、表示装置 600 を模式的に示す上面図であり、図 22 (b) は、表示装置 600 の 1 つの画素に対応する領域を拡大して示す上面図である。また、図 23 (a)、(b)、(c) および (d) は、図 22 (b) 中の 23A - 23A' 線、23B - 23B' 線、23C - 23C' 線、23D - 23D' 線に沿った断面図である。

30

【0205】

表示装置 600 は、図 22 (a) に示すように、行および列を有するマトリクス状に配列された複数の画素 P を有し、複数の画素 P ごとに、図 21 に示した発光素子 500 を有している。なお、図 22 (a) は模式図であり、表示装置 600 の実際の画素数はここでは 640 × 480 個である。また、1 つの画素 P のサイズは 960 μm × 320 μm である。それぞれの画素 P に設けられた発光素子 500 は、図 21 にも示したように、能動素子 400 を備えており、表示装置 600 はアクティブマトリクス駆動される。能動素子 400 のカソード電極 1、アノード電極 2、第 1 放電制御電極 3a および第 2 放電制御電極 3b は、図 23 (a) ~ (d) に示すように、基板（例えばガラス基板）10 上に形成された誘電体層（典型的には厚膜誘電体層）24 上に配置されている。

40

【0206】

また、表示装置 600 は、第 1 放電制御電極 3a に電氣的に接続された走査配線（ゲート信号線）21 と、第 2 放電制御電極 3b に電氣的に接続された信号配線（データ信号線）22 とを有しており、さらに、アノード電極 2 に電氣的に接続された接地配線 23 と、カソード電極 1 に電氣的に接続された定電圧配線 26 とを有している。なお、図 22 およ

50

び図23では、わかりやすさのために、走査配線21を一点鎖線、信号配線22を二点鎖線、接地配線23を破線で示している。

【0207】

走査配線21および信号配線22は、それぞれ行ごとおよび列ごとに設けられている。走査配線21は、表示領域外に設けられたゲートドライバに電氣的に接続され、ゲートドライバから走査電圧（ゲート電圧）を供給される。また、信号配線22は、表示領域外に設けられたデータドライバに電氣的に接続され、データドライバから信号電圧（データ電圧）を供給される。さらに、接地配線23は、表示領域外において接地されており、定電圧配線26は、共通の定電圧電源から直流の定電圧（例えば-250V）を供給される。

【0208】

本実施形態では、定電圧配線26、走査配線21および接地配線23は、それぞれ図9（b）、（c）、（d）に示したように誘電体層24下でガラス基板10上に形成されており、誘電体層24に設けられた開口部（スルーホール）24aを介してカソード電極1、第1放電制御電極3a、アノード電極2に電氣的に接続されている。また、信号配線22は、図9（a）～（d）に示したように誘電体層24上に形成されている。

【0209】

表示装置600が有する能動素子400、発光素子500は、既に述べたようにして製造することができ、フォトリソグラフィ法やスクリーン印刷法などの公知の手法を用いて製造することができる。また、誘電体層24、走査配線21、信号配線22、接地配線23および定電圧配線26も、公知の材料を用いて公知の手法により製造することができる。スクリーン印刷法などの厚膜形成法を用いると、高価な真空装置を用いる必要がないので、コスト的な利点が多い。走査配線21に走査電圧を供給するゲートドライバや、信号配線22に信号電圧を供給するデータドライバとしては、一般的なアクティブマトリクス駆動の液晶表示装置に用いられるものを用いることができる。また、定電圧配線26に定電圧を供給する定電圧電源としては、例えば、出力定格電圧が400Vで定格電流が1Aのものを用いることができる。図22および図23に例示した構造においては、カソード電極1、アノード電極2、第1放電制御電極3a、第2放電制御電極3bおよび信号配線22をスクリーン印刷法によって同時に形成することができるし、また、走査配線21と接地配線23と定電圧配線26とを同時に形成することもできる。そのため、能動素子としてTFTを備える従来の表示装置を製造する場合に比べて、マスク枚数、フォトリソグラフィ工程などを大幅に削減されることができ、製造コストを低減することができる。

【0210】

図24（a）、（b）および（c）を参照しながら、表示装置600の駆動方法を説明する。図24（a）に模式的に示すように、表示装置600は、マトリクス状に配列された複数の画素を有する。図24（a）においては、n行目m列目の画素をnmと表記している。

【0211】

表示装置600の駆動は、定電圧電源から定電圧配線26を介してカソード電極1に直流定電圧（ここでは-250V）が印加されている状態で行われる。

【0212】

まず、ゲートドライバ（ここでは耐圧60Vで-70Vに直流バイアスされたもの）から、行ごとに設けられた走査配線21に、1行目から順に走査電圧（ゲート電圧） V_{gn} （ V_{g1} 、 V_{g2} 、 V_{g3} 、・・・）が供給され、第1放電制御電極3aに走査配線21を介して第1放電制御電圧としての走査電圧 V_{gn} が供給される。ゲートドライバは、図24（b）に示すように、ここでは、バイアス電圧を-70Vとして振幅（電圧の大きさ）が一定（30V）でパルス幅が一定（10 μ s）のパルス電圧を発生させる。

【0213】

これと同期して、データドライバから、列ごとに設けられた信号配線22に所定のタイミングで信号電圧（データ電圧） V_{dnm} （ V_{dn1} 、 V_{dn2} 、 V_{dn3} 、・・・）が供給され、第2放電制御電極3bに信号配線22を介して第2放電制御電圧としての信号

10

20

30

40

50

電圧 V_{dnm} が供給される。データドライバは、図 24 (c) に示すように、パルス幅が一定で、個々のデータに対応した振幅（電圧の大きさ； V_{d11} 、 V_{d21} 、 V_{d31} ・・・）のパルス電圧を発生させる。ここでは、データ電圧が 0 V のときが白階調表示、50 V のときが黒階調表示に対応し、データ電圧が 0 V より大きく 50 V 未満であるときが中間調表示に対応している。なお、データドライバは、振幅が一定で、パルス幅が個々のデータに対応して変化するようなパルス電圧を発生させてもよい。

【0214】

各画素は、第 2 放電制御電極 3 b に印加された第 2 放電制御電圧としての信号電圧 V_{dnm} に応じて、所定の表示状態となる。カソード電極 1 とアノード電極 2 との間に流れる放電電流の大きさと能動素子 400 から放射される紫外線の量とは、第 2 放電制御電圧に

10

【0215】

本発明による表示装置 600 は、上述したように、蛍光体のフォトルミネッセンス効果を利用した自発光型の表示装置であって、かつ、その発光輝度をアナログ的に制御できる表示装置である。

【0216】

表示装置 600 は、表示の 1 周期について 1 つのアドレス期間で多階調表示を行うことができるので、表示期間が複数のアドレス期間によって制限されることがない。そのため、輝度の向上が容易であり、明るい表示を実現することができる。また、表示の 1 周期について 1 つのアドレス期間で多階調表示を行うことができるので、パルス幅変調法を用いる PDP と比べて駆動回路を単純化できる。そのため、製造コストを低減することができる。

20

【0217】

さらに、第 2 放電制御電圧に対してほぼ連続的に変化する放電電流の大きさと蛍光体層 5 の発光輝度とが単調増加の関係にあるので、輝度をアナログ的に変化させることができる。そのため、階調数を多くすることが容易であり、階調数の増加と駆動回路の単純化とがトレードオフの関係となることがない。

【0218】

また、放電経路 101 に近い第 1 放電制御電極 3 a と放電経路 101 に遠い第 2 放電制御電極 3 b とが協同的に放電を制御するので、放電発生電圧として直流定電圧を用い、第 1 放電制御電圧および第 2 放電制御電圧として比較的低い電圧を用いた駆動が可能になる。そのため、高電圧をパルスのように印加できる高耐圧ドライバを電源として用いる必要がなく、製造コストを低減することができる。具体的には、耐圧 60 V 程度のドライバを問題なく用いることができる。

30

【0219】

さらに、表示装置 600 は、半導体層やゲート絶縁膜を形成する際に用いる高価な真空装置を用いることなく、スクリーン印刷などの厚膜形成法を用いて製造することができるので、アクティブマトリクス駆動を行う表示装置であるにも関わらず安価に製造することができる。

40

【0220】

なお、能動素子 400、発光素子 500 を備えた表示装置の構成は、ここで例示したものに限定されない。ここでは、図 23 (b) ~ (d) に示したように、カソード電極 1、アノード電極 2 および第 1 放電制御電極 3 a が誘電体層 24 上に形成されており、これらがスルーホール 24 a を介して定電圧配線 26、走査配線 21、接地配線 23 に電気的に接続されている場合を説明したが、例えば、図 25 (a) および (b) と図 26 (a) ~ (d) とに示す表示装置 600' のように、誘電体層 24 に設けた開口部 24 a 内の定電圧配線 26 上、走査配線 21 上、接地配線 23 上にカソード電極 1、第 1 放電制御電極 3 a、アノード電極 2 を直接形成してもよい。なお、この場合、図 26 (b) ~ (d) に示したように、カソード電極 1、第 1 放電制御電極 3 a およびアノード電極 2 は凹部に位置

50

しているが、能動素子 400（発光素子 500）が図 23（b）～（d）に示した構成と同様の特性を示すことは確認されている。

【0221】

（実施形態 7）

図 27（a）および（b）を参照しながら、本発明による実施形態 7 の表示装置 700 を説明する。図 27（a）および（b）は、それぞれ表示装置 700 の 1 画素に対応する領域を模式的に示す斜視図および断面図である。

【0222】

表示装置 700 は、行および列を有するマトリクス状に配列された複数の画素を有し、複数の画素ごとに、有機 EL 素子 30 と、有機 EL 素子 30 に接続された実施形態 1 の能動素子 100 とを有する有機 EL 表示装置である。

【0223】

能動素子 100 が有するカソード電極 1、アノード電極 2 および放電制御電極 3 は、基板 10 上に形成されており、基板 10 と、基板 10 に対向する対向基板 11 との間に放電ガスが封入されている。

【0224】

また、表示装置 700 は、能動素子 100 のカソード電極 1 に電氣的に接続された走査配線（ゲート配線）21 と、放電制御電極 3 に電氣的に接続された信号配線（データ配線）22 とを有しており、アノード電極 2 に有機 EL 素子 30 が接続されている。

【0225】

走査配線 21 および信号配線 22 は、それぞれ行ごとおよび列ごとに設けられている。走査配線 21 は、表示領域外に設けられたゲートドライバに電氣的に接続され、ゲートドライバから走査電圧（ゲート電圧）を供給される。また、信号配線 22 は、表示領域外に設けられたデータドライバに電氣的に接続され、データドライバから信号電圧（データ電圧）を供給される。さらに、表示装置 700 は、対向電極 33 に電氣的に接続された接地配線（不図示）を有し、この接地配線は、表示領域外において接地されている。

【0226】

有機 EL 素子 30 は、アノード電極 2 に電氣的に接続された画素電極 31 と、画素電極 31 に対向する対向電極 33 と、画素電極 31 と対向電極 33 との間に設けられた表示媒体層としての有機 EL（エレクトロルミネッセンス）材料層 32 とを有し、電流を供給されることによって発光する。

【0227】

表示装置 700 は、実施形態 3 の表示装置 300 とほぼ同様に駆動することができる。例えば図 10（b）および（c）に示したものと同様の波形の電圧をカソード電極 1 および放電制御電極 3 に印加されることによって駆動される。

【0228】

各画素は、放電制御電極 3 に印加された放電制御電圧に応じて、所定の表示状態となる。放電制御電極 3 に印加された放電制御電圧が、カソード電極 1 およびアノード電極 2 間で放電が発生しないような電圧、すなわちオフ電圧である場合には、被駆動部としての有機 EL 素子 30 に電流が供給されず、有機 EL 素子 30 は発光状態とならない。また、放電制御電極 3 に印加された放電制御電圧が、カソード電極 1 およびアノード電極 2 間で放電が発生するような電圧、すなわちオン電圧である場合には、有機 EL 素子 30 に電流が供給され、有機 EL 素子 30 が発光状態となる。このとき、有機 EL 素子 30 に供給される電流の大きさは、放電制御電圧に応じて変化するので、有機 EL 素子 30 の発光輝度を変化させることができ、多階調表示が実現される。

【0229】

本実施形態の表示装置 700 は、公知の材料を用いて公知のフォトリソグラフィプロセスやスクリーン印刷法などにより製造することができる。表示装置 700 は、能動素子として実施形態 1 の能動素子 100 を備えているので、画素ごとに TFT を備えた従来の有機 EL 表示装置よりも製造工程を簡略化でき、また、製造コストも低減することができる

10

20

30

40

50

【0230】

なお、本実施形態においては、被駆動部として、有機EL素子30を備えている場合について説明したが、これに限定されず、自発光型素子や光変調型素子などを好適に用いることができる。また、被駆動部は、有機EL素子30のような抵抗性の素子であってもよいし、一對の電極に挟持された液晶層のような容量性の素子であってもよい。

【0231】

図28(a)および(b)に、被駆動部として、画素電極41および対向電極43とこれらに挟持された液晶層42とからなる液晶容量40を備える表示装置700'を示す。

【0232】

表示装置700'は、液晶容量40を備えている点以外は、表示装置700とほぼ同じ構成を有している。以下の説明においては、表示装置700と異なる点を中心に説明する。

【0233】

表示装置700'は、被駆動部として液晶容量40を有しており、液晶容量40は、能動素子100を用いて駆動される。表示装置700'が備える被駆動部は、光変調型素子であるので、表示装置700'においては、バックライトからの光を用いて表示を行うか、あるいは周囲光(外光)を反射板(あるいは反射電極)により反射させて表示を行う。

【0234】

液晶容量40が有する液晶層42は、基板10と、基板10上に設けられた液晶封止壁16と、対向基板11とによって囲まれた領域に封入されている。

【0235】

基板10の液晶層42側に画素電極41が設けられており、対向基板11の液晶層42側にITOからなる対向電極43が設けられている。また、基板10および対向基板11上には、液晶層42に接するように設けられ、ラビング処理が施された配向層(不図示)が形成されている。典型的には、対向基板11はさらに、液晶層42側とは反対側に偏光制御層およびカラーフィルタ層(いずれも不図示)を有する。

【0236】

液晶層42に液晶封止壁16を隔てて設けられた空間15に放電ガスが封入されており、この空間15の大きさが放電に適した大きさとなるように、対向基板11はダイシング加工されている。

【0237】

表示装置700'においても、表示装置700と同様にアクティブマトリクス駆動が実現され、表示装置700と同様の利点が得られる。

【0238】

(実施形態8)

図29(a)および(b)を参照しながら、本発明による実施形態8の表示装置800を説明する。図29(a)および(b)は、それぞれ表示装置800の1画素に対応する領域を模式的に示す斜視図および断面図である。

【0239】

表示装置800は、行および列を有するマトリクス状に配列された複数の画素を有し、複数の画素ごとに、有機EL素子30と、有機EL素子30に接続された実施形態4の能動素子400とを有する有機EL表示装置である。

【0240】

能動素子400が有するカソード電極1、アノード電極2、第1放電制御電極3aおよび第2放電制御電極3bは、基板10上に形成されており、基板10と、基板10に対向する対向基板11との間に放電ガスが封入されている。

【0241】

また、表示装置800は、能動素子400のカソード電極1に電氣的に接続された定電圧配線26と、第1放電制御電極3aに電氣的に接続された走査配線(ゲート配線)21

10

20

30

40

50

と、第2放電制御電極3bに電氣的に接続された信号配線（データ配線）22とを有しており、アノード電極2に有機EL素子30が接続されている。

【0242】

走査配線21および信号配線22は、それぞれ行ごとおよび列ごとに設けられている。走査配線21は、表示領域外に設けられたゲートドライバに電氣的に接続され、ゲートドライバから走査電圧（ゲート電圧）を供給される。また、信号配線22は、表示領域外に設けられたデータドライバに電氣的に接続され、データドライバから信号電圧（データ電圧）を供給される。また、定電圧配線26は、表示領域外に設けられた定電圧電源から直流定電圧を供給される。さらに、表示装置800は、対向電極33に電氣的に接続された接地配線（不図示）を有し、この接地配線は、表示領域外において接地されている。

10

【0243】

有機EL素子30は、アノード電極2に電氣的に接続された画素電極31と、画素電極31に対向する対向電極33と、画素電極31と対向電極33との間に設けられた表示媒体層としての有機EL（エレクトロルミネッセンス）材料層32とを有し、電流を供給されることによって発光する。

【0244】

表示装置800は、実施形態6の表示装置600とほぼ同様に駆動することができる。例えば図24（b）および（c）に示したものと同様の波形の電圧を第1放電制御電極3aおよび第2放電制御電極3bに印加されることによって駆動される。

【0245】

各画素は、第2放電制御電極3bに印加された第2放電制御電圧に応じて、所定の表示状態となる。有機EL素子30に供給される電流の大きさは、第2放電制御電圧に応じて変化するので、有機EL素子30の発光輝度を変化させることができ、多階調表示が実現される。

20

【0246】

本実施形態の表示装置800は、公知の材料を用いて公知のフォトリソグラフィプロセスやスクリーン印刷法などにより製造することができる。表示装置800は、能動素子として実施形態4の能動素子400を備えているので、画素ごとにTFTを備えた従来の有機EL表示装置よりも製造工程を簡略化でき、また、製造コストも低減することができる。

30

【0247】

なお、本実施形態においては、被駆動部として、有機EL素子30を備えている場合について説明したが、これに限定されず、自発光型素子や光変調型素子などを好適に用いることができる。また、被駆動部は、有機EL素子30のような抵抗性の素子であってもよいし、一對の電極に挟持された液晶層のような容量性の素子であってもよい。

【0248】

図30（a）および（b）に、被駆動部として、画素電極41および対向電極43とこれらに挟持された液晶層42とからなる液晶容量40を備える表示装置800'を示す。

【0249】

表示装置800'は、液晶容量40を備えている点以外は、表示装置800とほぼ同じ構成を有している。以下の説明においては、表示装置800と異なる点を中心に説明する。

40

【0250】

表示装置800'は、被駆動部として液晶容量40を有しており、液晶容量40は、能動素子400を用いて駆動される。表示装置800'が備える被駆動部は、光変調型素子であるので、表示装置800'においては、バックライトからの光を用いて表示を行うか、あるいは周囲光（外光）を反射板（あるいは反射電極）により反射させて表示を行う。

【0251】

液晶容量40が有する液晶層42は、基板10と、基板10上に設けられた液晶封止壁16と、対向基板11とによって囲まれた領域に封入されている。

50

【0252】

基板10の液晶層42側に画素電極41が設けられており、対向基板11の液晶層42側にITOからなる対向電極43が設けられている。また、基板10および対向基板11上には、液晶層42に接するように設けられ、ラビング処理が施された配向層（不図示）が形成されている。典型的には、対向基板11はさらに、液晶層42側とは反対側に偏光制御層およびカラーフィルタ層（いずれも不図示）を有する。

【0253】

液晶層42に液晶封止壁16を隔てて設けられた空間15に放電ガスが封入されており、この空間15の大きさが放電に適した大きさとなるように、対向基板11はダイシング加工されている。

【0254】

表示装置800'においても、表示装置800と同様にアクティブマトリクス駆動が実現され、表示装置800と同様の利点が得られる。

【0255】

（実施形態9）

図31、図32（a）および（b）を参照しながら、本実施形態における表示装置900を説明する。

【0256】

表示装置900は、マトリクス状に配列された複数の画素Pと、これらの画素Pを駆動するための信号を出力する駆動回路（例えばドライバIC）53とを有している。

【0257】

複数の画素Pによって規定される表示領域は、例えば、実施形態3、6、7および8において説明した表示装置の表示領域と同様の構造を有している。あるいは、表示装置900の表示領域は、PDP（プラズマディスプレイパネル）やPALC（プラズマアドレス液晶ディスプレイ）の表示領域と同様の構造を有している。なお、PALCの構造は、例えば、伊藤福三郎、外2名、「プラズマアドレス液晶（PALC）ディスプレイ」、シャープ技報、1999年8月、第74号、p. 35-40に開示されており、プラズマアドレスの原理は、例えば特開平1-217396号公報に開示されている。

【0258】

表示装置900は、さらに、実施形態1において説明した能動素子100を表示領域と駆動回路53との間に有している。能動素子100のカソード電極1は、画素Pに向かって延びる配線55に接続されており、アノード電極2は一定の高電圧を供給する定電圧配線54に接続されており、放電制御電極3は駆動回路53に接続されている。各電極がこのような接続された能動素子100は、図32（b）に示すように、放電制御電極3に入力される電気信号を増幅してカソード電極1から出力することができる。つまり、能動素子100は、駆動回路53から出力される信号を増幅して複数の画素Pに供給する増幅素子として機能し得る。従来の増幅用トランジスタになぞらえると、カソード電極1がコレクタ、アノード電極2がエミッタ、放電制御電極3がベースとしての役割を果たす。なお、図31に例示する構成では、複数の画素Pを有する基板50が絶縁性基板（例えばガラス基板）51とその上に形成された絶縁層52とを備えており、絶縁層52上にカソード電極1、アノード電極2、放電制御電極3および配線55が形成され、絶縁性基板51と絶縁層52との間に定電圧配線54が形成されている。

【0259】

従来、PDP（プラズマディスプレイパネル）やPALC（プラズマアドレス液晶ディスプレイ）などの放電現象を利用して表示を行う表示装置では、放電を発生させるための高電圧のパルス信号を画素に供給する必要があるため、駆動回路として耐圧の高いドライバICが用いられてきた。しかし、高耐圧のドライバICは高価であるため、高耐圧のドライバを用いることは製造コストの増加を招いてしまう。

【0260】

これに対し、本実施形態における表示装置900は、増幅素子として機能する能動素子

10

20

30

40

50

100を有しているので、画素Pの駆動に高電圧の信号が必要であっても、駆動回路53としては耐圧の低い素子（例えばドライバIC）を用いることができる。そのため、製造コストの低減を図ることができる。なお、能動素子100は、実施形態1において説明したように簡素な構成を有しているので、表示装置の製造工程において新たなプロセスをほとんど追加することなく基板上に作り込むことができる。従って、増幅素子としての能動素子100を設けることによる製造コストの増加はほとんどない。特に、表示領域が、PDPやPALC、あるいは実施形態3、6、7および8において説明した表示装置などのように、もともとガス封入構造を備えている場合には、増幅素子としての能動素子100をも取り囲むように（図31中にガス封入構造の一部56を例示している）ガス封入構造を形成することによって、増幅素子としての能動素子100のために別途にガス封入構造を形成したり放電ガスを封入したりする工程を省略できるので、実質的に製造プロセスの増加を伴うことなく能動素子100を設けることができる。

10

【0261】

ここで、図33を参照しながら、表示装置900のより具体的な構造を例示して説明する。図33に例示する表示装置900はPDPであり、表示領域が3電極型のPDPと同様の構造を有している。

【0262】

表示装置900は、マトリクス状に配列された画素Pの行方向または列方向に沿って延びる複数の放電セル90を有している。複数の放電セル90のそれぞれは、一对の基板と、これらの間に設けられ、所定の方向に沿って延びる複数の隔壁のうちの隣接した2つの隔壁とによって規定され、各放電セル90内には放電ガスが封入されている。一方の基板上に、放電セルごとに一对の表示電極91および92が設けられており、他方の基板上に、これら表示電極91および92に交差するようにアドレス電極93が設けられている。なお、図33には、短冊状の表示電極91および92を示したが、これに限定されず、例えば、放電セル90の延びる方向に沿って延びる配線を設け、この配線と一体に形成された矩形の表示電極を画素Pごとに設けてもよい。

20

【0263】

各放電セル90の一对の表示電極91および92のうちのカソード電極92は、増幅素子としての能動素子100のカソード電極1に接続され、スキャン電極として機能する。また、アノード電極91は、表示領域外で共通の電位（例えば接地電位）を与えられ、共通電極として機能する。

30

【0264】

PDPである表示装置900においては、各放電セル90で放電を発生させるために一对の表示電極91および92間に高電圧を印加する必要があるが、表示装置900は駆動回路53から出力される信号を増幅する（増幅素子として機能する）能動素子100を備えているので、駆動回路53としては耐圧の低いもの（例えば、一般的な液晶表示装置用のドライバIC）を用いることができる。そのため、製造コストの低減を図ることができる。また、増幅素子としての能動素子100は、PDPの製造工程において実質的に新たなプロセスを追加することなく基板上に作り込むことができるため、能動素子100を設けることによる製造コストの増加はほとんどない。

40

【0265】

なお、本実施形態では、能動素子100によって増幅された信号がスキャン電極として機能するカソード電極92に供給される構成を示したが、増幅された信号がアドレス電極93に供給される構成としてもよい。ただし、アドレス電極93よりもカソード電極92の方が高い電圧を印加する必要があるので、駆動回路53の耐圧を低くして製造コストの低減を図る観点からは、増幅された信号がカソード電極92に入力されることが好ましい。

【0266】

また、図31や図33では、駆動回路53から出力された信号が、画素Pに供給される前に能動素子100によって1回増幅される構成を例示したが、本発明はこれに限定され

50

ない。図34に示すように、駆動回路53から出力された信号を複数回増幅する構成としてもよい。

【0267】

図34に示す構成では、駆動回路53から出力される信号を直接増幅する第1の増幅素子100aと、第1の増幅素子100aで増幅された信号をさらに増幅する第2の増幅素子100bとが設けられている。

【0268】

第1の増幅素子100aおよび第2の増幅素子100bは、それぞれ能動素子100と同じ構造を有しており、第1の増幅素子100aのカソード電極1と、第2の増幅素子100bの放電制御電極3とが電氣的に接続されており、第1の増幅素子100aのカソード電極1から出力された信号が第2の増幅素子100bの放電制御電極3に入力される。従って、第1の増幅素子100aで増幅された信号を、第2の増幅素子100bでさらに増幅することが可能になる。もちろん、図34に示すように信号を2段階で増幅する構成に限定されず、さらに多段階で（3回以上）信号を増幅するような構成としてもよい。

【0269】

増幅素子としての能動素子100は、実施形態1において説明した製造方法によって製造することができる。能動素子100の各電極は、厚さ $1\mu\text{m}$ 以下の薄膜であってもよいし、厚さ $1\mu\text{m}$ を超える厚膜であってもよい。また、各電極の材料としては、例えば、ITO、銀、ニッケル、アルミニウムなどを用いることができる。また、各電極は、積層電極（例えばCr層/Cu層/Cr層）であってもよい。各電極の大きさ（面積）は、画素Pで必要とされる電流量などに応じて適宜決定される。また、電極間の距離（電極間隔）は、放電ガスの種類や所望する増幅率などに応じて適宜決定される。

【0270】

このようにして製造される能動素子による信号増幅の具体的な効果を説明する。例えば、ガス封入構造内にネオンとキセノンの混合ガス（キセノン5%）を約100 Torr（約13.3 kPa）で封入した構成において、アノード電極2に定電圧配線54から約-300 Vの電圧を印加し、放電制御電極3に駆動回路53からバイアス電圧を含む振幅約-10 V、パルス幅40 μs のパルス信号を入力すると、カソード電極1から振幅約-50 V、パルス幅40 μs のパルス信号を出力することができる。このようにして、振幅が約5倍に増幅された信号を出力することが可能になる。また、図34に示す構成を採用し、第1の増幅素子100aで振幅が約-50 Vに増幅された信号を、第2の増幅素子100bの放電制御電極3に入力すれば、振幅を約-250 Vにまで増幅することが可能になる。

【産業上の利用可能性】

【0271】

本発明によると、製造が容易で優れた素子特性を有する能動素子が提供される。本発明による能動素子は、発光素子や表示装置を含む各種の電子デバイスに好適に用いられ、特に大型のフラットパネルディスプレイに好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0272】

【図1】（a）は、本発明による実施形態1の能動素子100を模式的に示す斜視図であり、（b）は、能動素子100を模式的に示す平面図である。

【図2】（a）および（b）は、実施形態1の能動素子100において、放電発生電圧（ V_g ）および放電制御電圧（ V_d ）の一方を一定とし、他方を変化させたときの、被駆動部4に供給される電流Iの変化を示すグラフである。

【図3】（a）～（c）は、実施形態1の能動素子100において、電極間の電位差に応じて発生する電気力線（電界）Eを模式的に示す図である。

【図4】実施形態1の能動素子100における放電開始電圧の圧力依存性を示すグラフである。

【図5】（a）および（b）は、実施形態1の能動素子100が備える放電制御電極3の

他の配置例を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図6】(a)および(b)は、実施形態1の能動素子100が備える放電制御電極3のさらに他の配置例を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図7】(a)は、本発明による実施形態2の発光素子200を模式的に示す斜視図であり、(b)は、発光素子200を模式的に示す断面図である。

【図8】(a)は、本発明による実施形態3の表示装置300を模式的に示す上面図であり、(b)は、表示装置300の1画素に対応する領域を模式的に示す上面図である。

【図9】(a)～(c)は、それぞれ、図8(b)中の9A-9A'線、9B-9B'線、9C-9C'線に沿った断面図である。

【図10】(a)～(c)は、実施形態3の表示装置300の駆動方法を説明するための図である。 10

【図11】(a)は、本発明による実施形態3の他の表示装置300'を模式的に示す上面図であり、(b)は、表示装置300'の1画素に対応する領域を模式的に示す上面図である。

【図12】(a)～(c)は、それぞれ、図11(b)中の12A-12A'線、12B-12B'線、12C-12C'線に沿った断面図である。

【図13】(a)は、本発明による実施形態4の能動素子400を模式的に示す斜視図であり、(b)は、能動素子400を模式的に示す平面図である。

【図14】(a)および(b)は、実施形態4の能動素子400において、第1放電制御電圧(Vg)および第2放電制御電圧(Vd)の一方を一定とし、他方を変化させたときの、被駆動部4に供給される電流Iの変化を示すグラフである。 20

【図15】(a)～(c)は、実施形態4の能動素子400において電極間の電位差に応じて発生する電気力線(電界)Eを模式的に示す図である。

【図16】(a)～(e)は、実施形態4の能動素子400において放電空間に存在する電位構造(等電位面の分布)を模式的に示す図である。

【図17】実施形態4の能動素子400の素子特性を示すグラフである。

【図18】実施形態4の能動素子400における放電開始電圧の圧力依存性を示すグラフである。

【図19】(a)および(b)は、実施形態4の能動素子400が備える第2放電制御電極3bの他の配置例を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。 30

【図20】(a)および(b)は、実施形態4の能動素子400が備える第2放電制御電極3bのさらに他の配置例を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図21】(a)は、本発明による実施形態5の発光素子500を模式的に示す斜視図であり、(b)は、発光素子500を模式的に示す断面図である。

【図22】(a)は、本発明による実施形態6の表示装置600を模式的に示す上面図であり、(b)は、表示装置600の1画素に対応する領域を模式的に示す上面図である。

【図23】(a)～(d)は、それぞれ、図22(b)中の23A-23A'線、23B-23B'線、23C-23C'線、23D-23D'線に沿った断面図である。

【図24】(a)～(c)は、実施形態6の表示装置600の駆動方法を説明するための図である。 40

【図25】(a)は、本発明による実施形態6の他の表示装置600'を模式的に示す上面図であり、(b)は、表示装置600'の1画素に対応する領域を模式的に示す上面図である。

【図26】(a)～(d)は、それぞれ、図25(b)中の26A-26A'線、26B-26B'線、26C-26C'線、26D-26D'線に沿った断面図である。

【図27】(a)および(b)は、本発明による実施形態7の表示装置700の1画素に対応する領域を模式的に示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図28】(a)および(b)は、本発明による実施形態7の他の表示装置700'の1画素に対応する領域を模式的に示す図であり、(a)は分解斜視図、(b)は断面図である。 50

【図 29】 (a) および (b) は、本発明による実施形態 8 の表示装置 800 の 1 画素に対応する領域を模式的に示す図であり、(a) は斜視図、(b) は断面図である。

【図 30】 (a) および (b) は、本発明による実施形態 8 の他の表示装置 800' の 1 画素に対応する領域を模式的に示す図であり、(a) は分解斜視図、(b) は断面図である。

【図 31】 本発明による実施形態 9 の表示装置 900 を模式的に示す斜視図である。

【図 32】 (a) および (b) は、表示装置 900 に増幅素子として用いられる能動素子 100 を模式的に示す平面図である。

【図 33】 本発明による実施形態 9 の表示装置 900 を模式的に示す上面図である。

【図 34】 表示装置 900 に用いられる第 1 の増幅素子 100 a および第 2 の増幅素子 100 b を模式的に示す平面図である。 10

【符号の説明】

【0273】

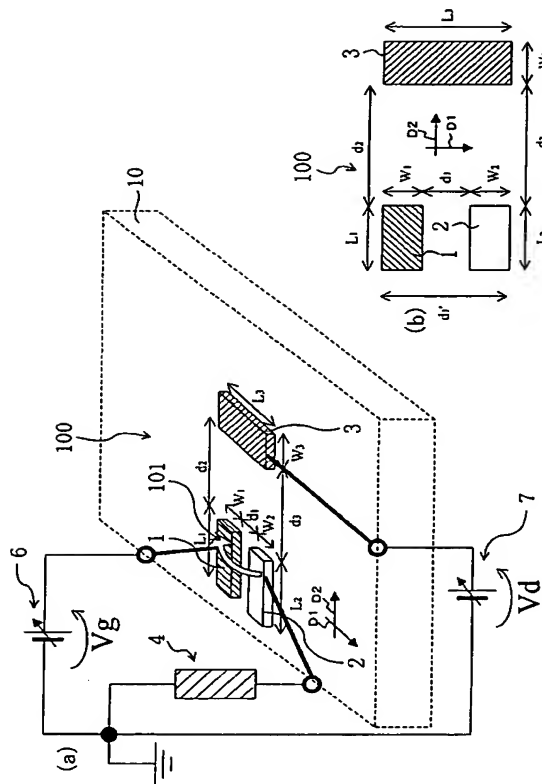
- 1 カソード電極
- 2 アノード電極
- 3 放電制御電極
- 3 a 第 1 放電制御電極
- 3 b 第 2 放電制御電極
- 4 被駆動部 (受動素子)
- 5 蛍光体層
- 6、7、7 a、7 b 電源
- 8 隔壁
- 10 基板
- 11 対向基板
- 21 走査配線 (ゲート配線)
- 22 信号配線 (データ配線)
- 23 接地配線
- 24 誘電体層
- 24 a 開口部 (スルーホール)
- 26 定電圧配線
- 30 有機 EL 素子
- 31 画素電極
- 32 有機 EL 材料層
- 33 対向電極
- 40 液晶容量
- 41 画素電極
- 42 液晶層
- 43 対向電極
- 53 駆動回路
- 100、400 能動素子
- 100 a 第 1 の増幅素子
- 100 b 第 2 の増幅素子
- 101 放電経路
- 200、500 発光素子
- 300、300'、600、600' 表示装置
- 700、700'、800、800' 表示装置
- 900 表示装置

20

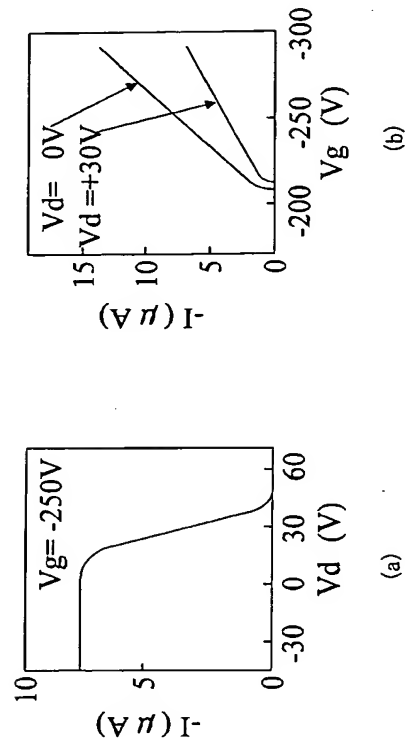
30

40

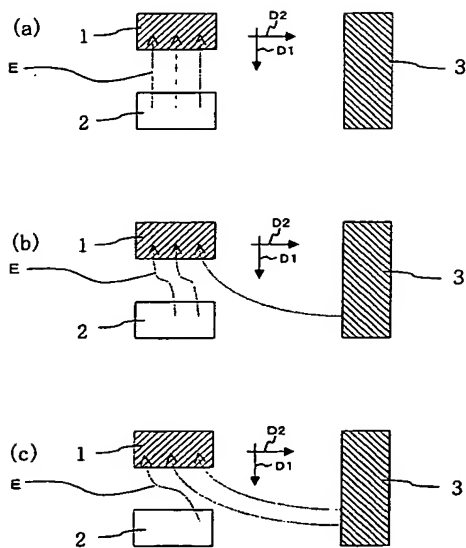
【図 1】



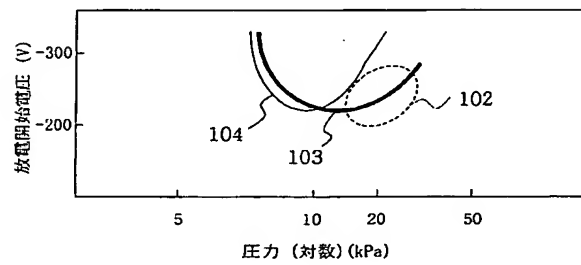
【図 2】



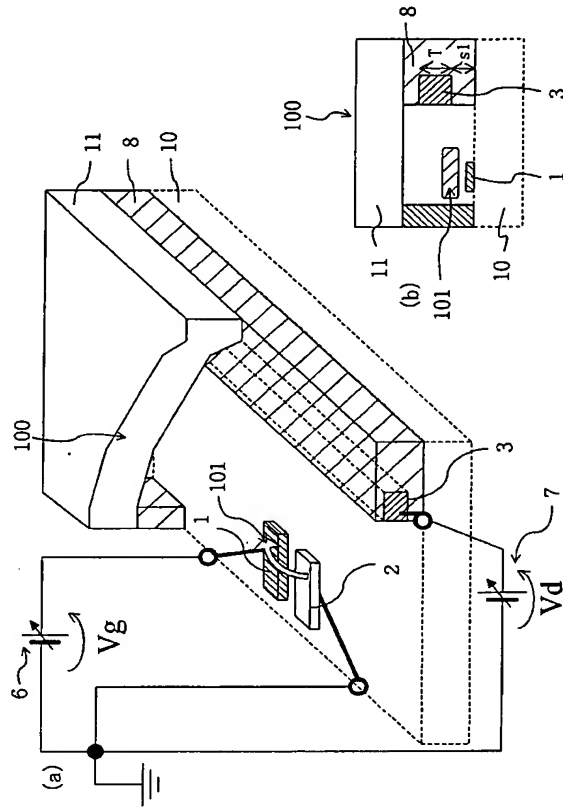
【図 3】



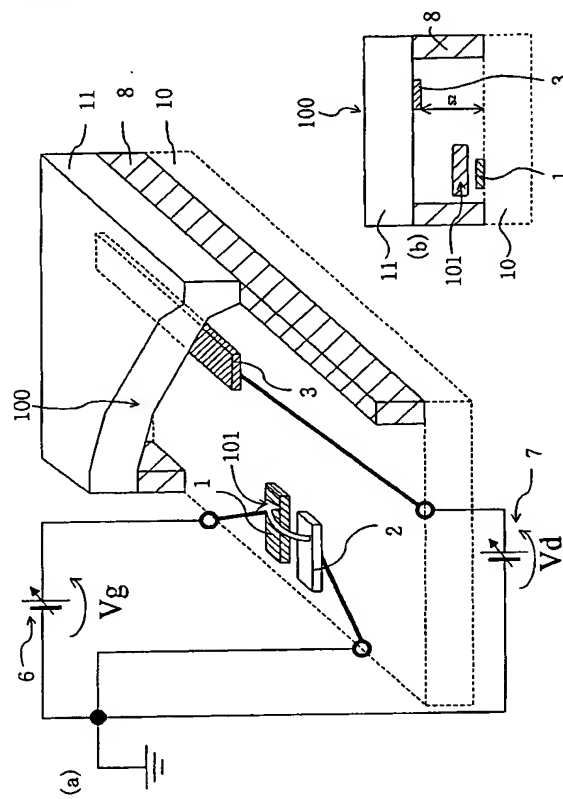
【図 4】



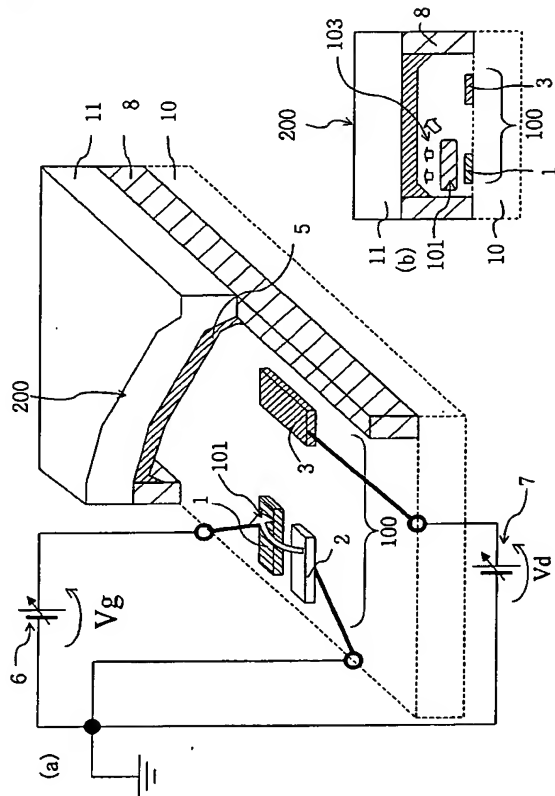
【図 5】



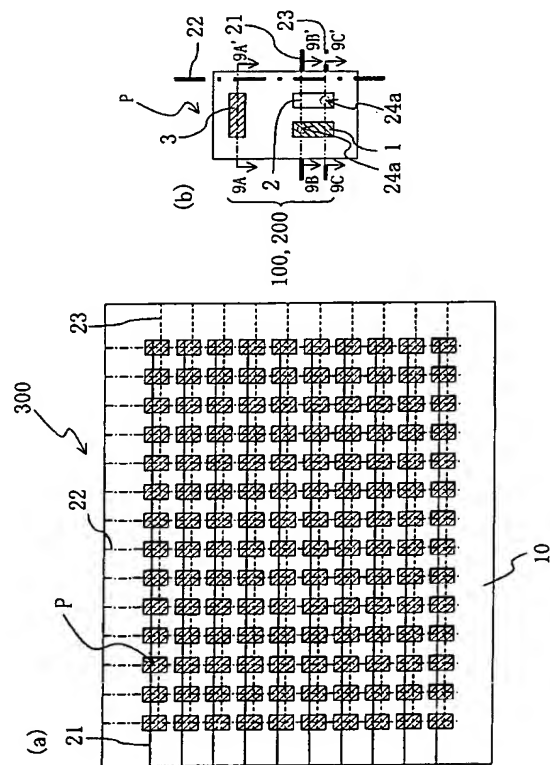
【図 6】



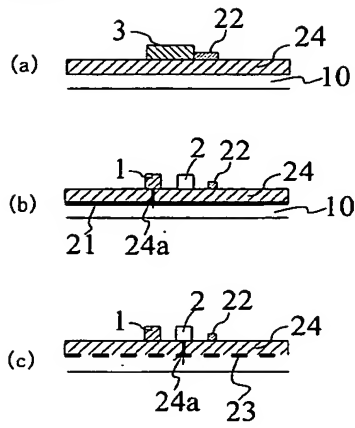
【図 7】



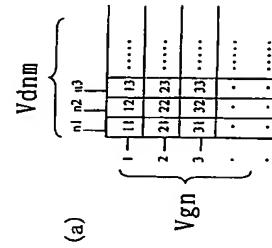
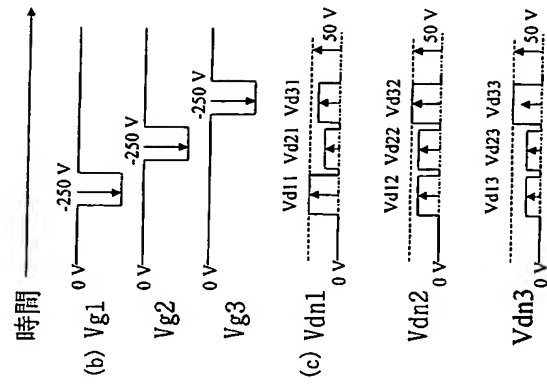
【図 8】



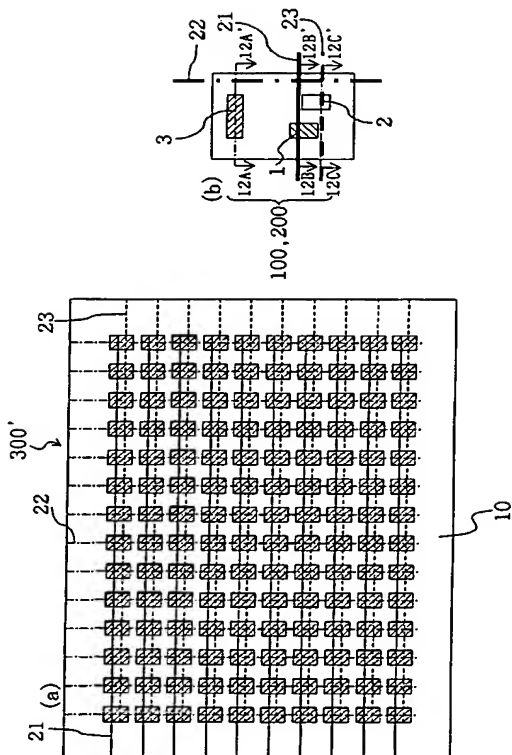
【図 9】



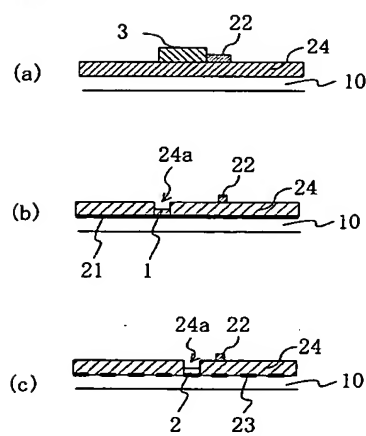
【図 10】



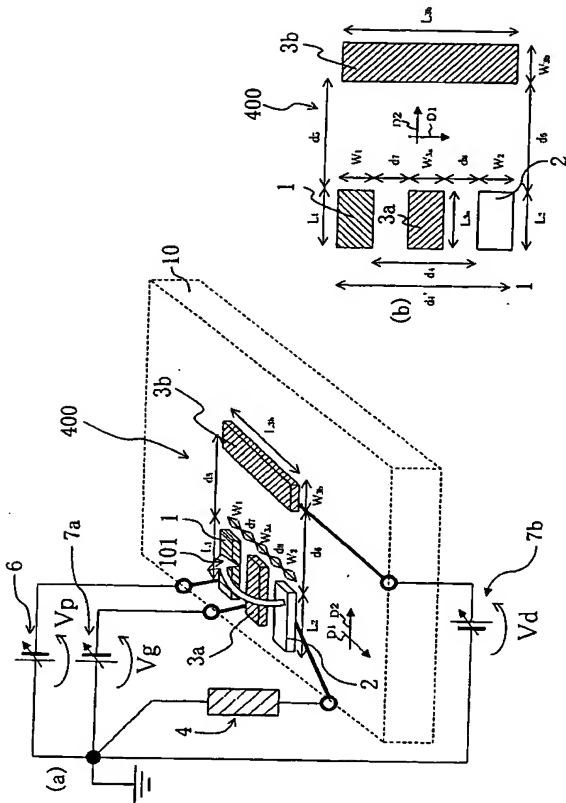
【図 11】



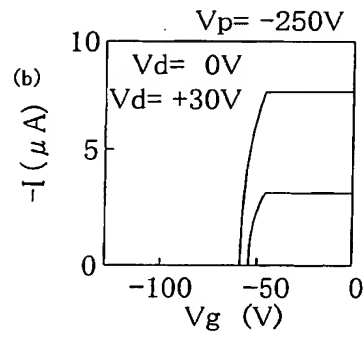
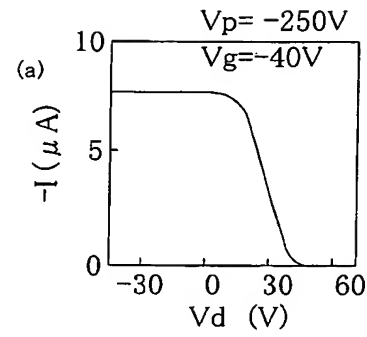
【図 12】



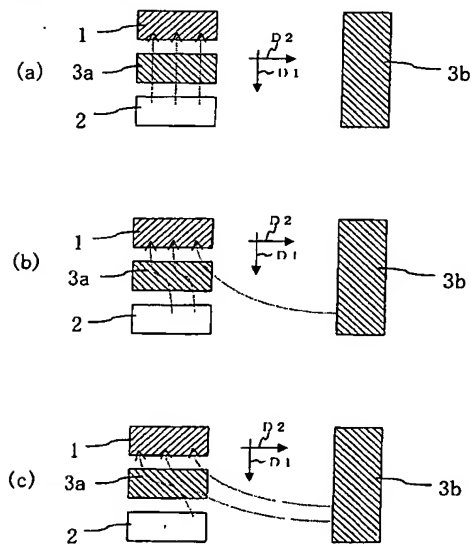
【図 13】



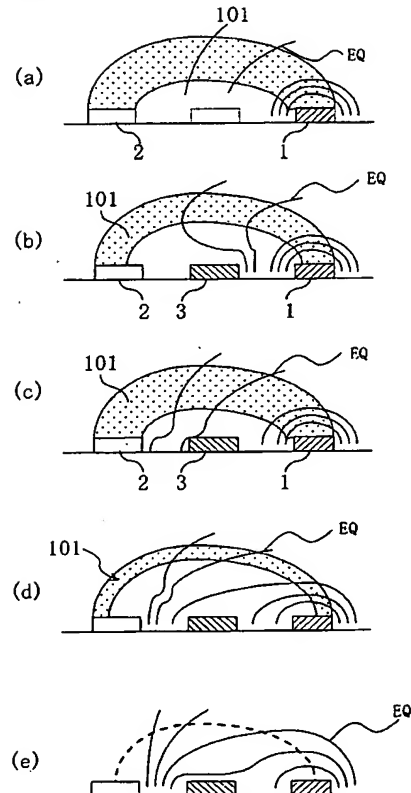
【図 14】



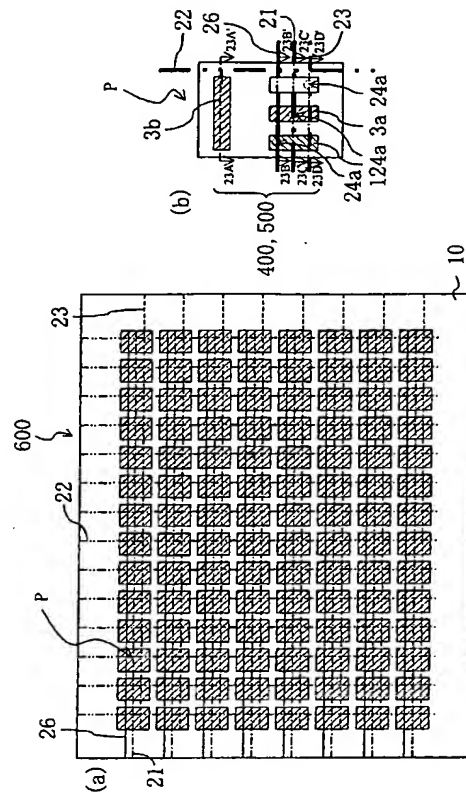
【図 15】



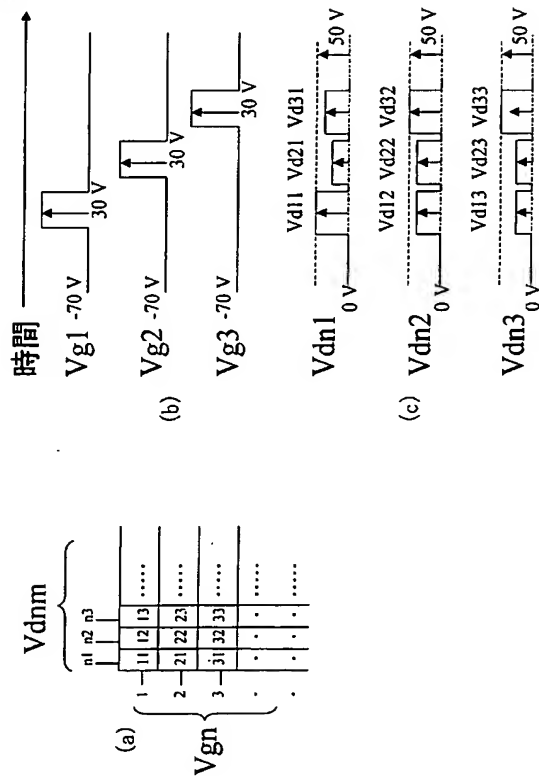
【図 16】



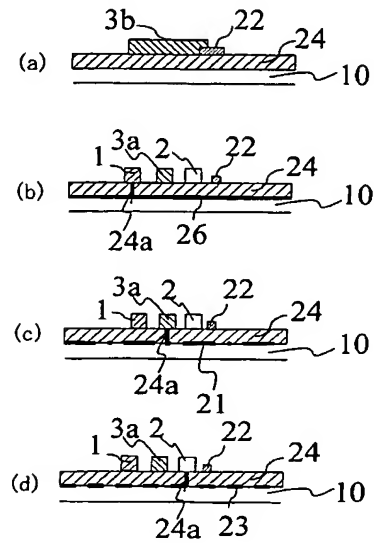
【圖 2 2】



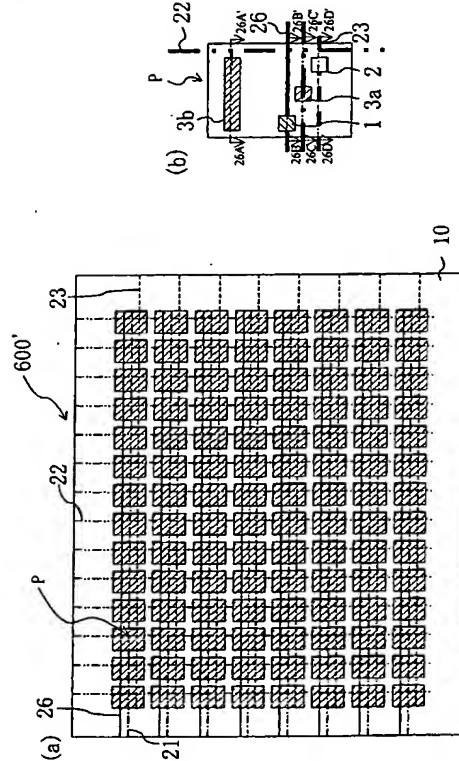
【图 2 4】



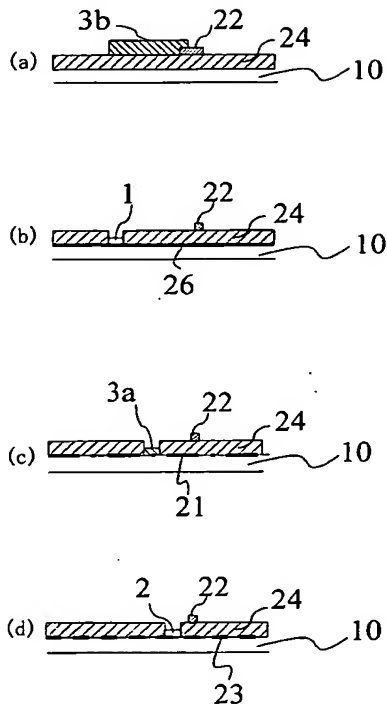
【 ㊦ 2 3 】



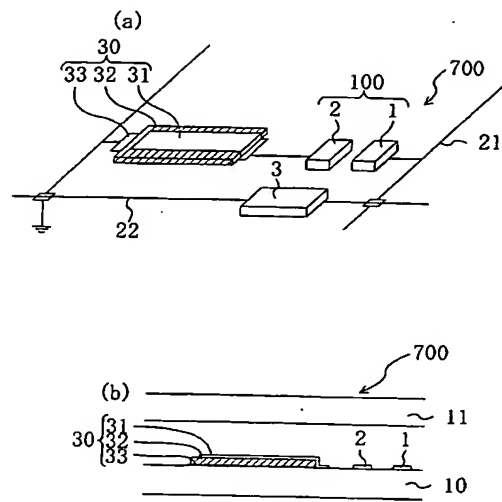
【 図 2 5 】



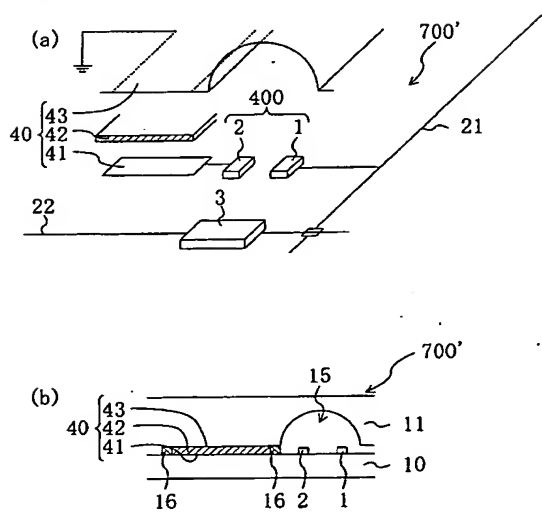
【図 26】



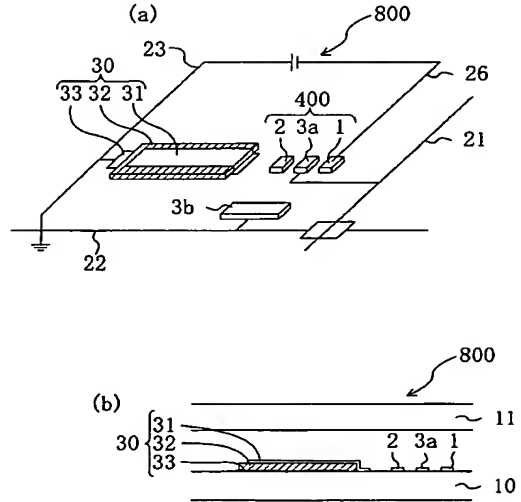
【図 27】



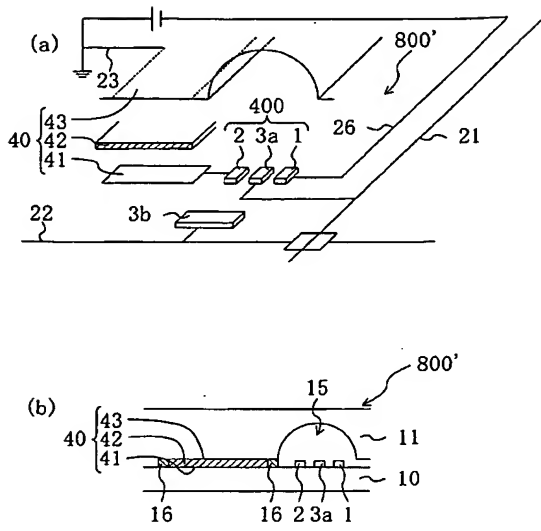
【図 28】



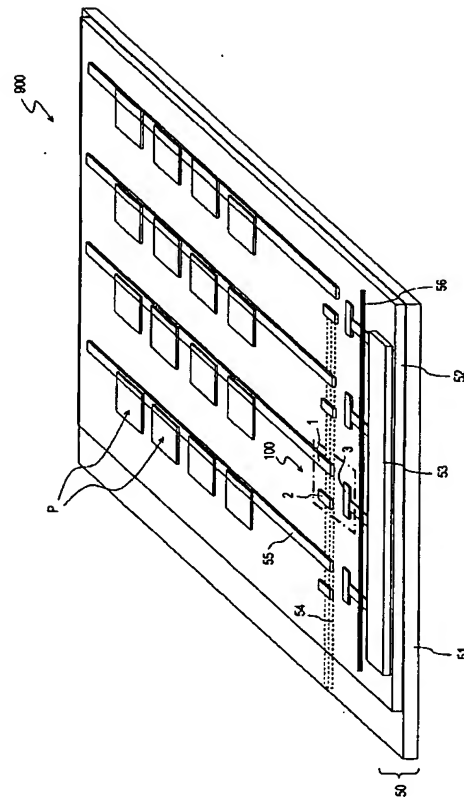
【図 29】



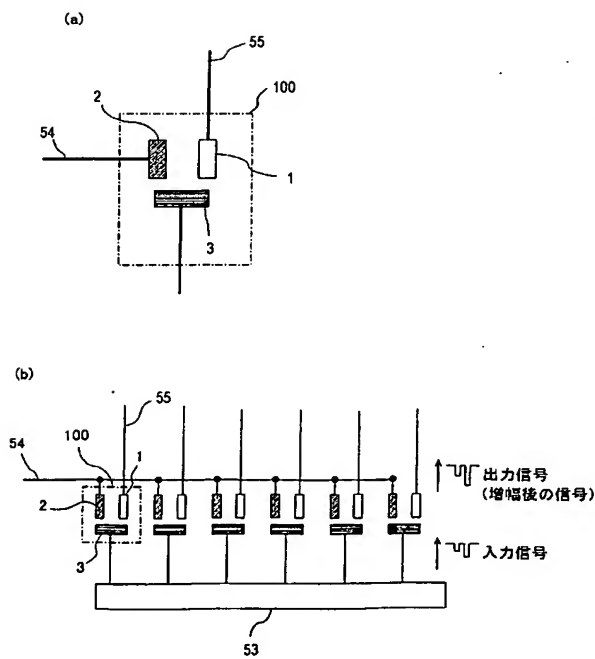
【図 30】



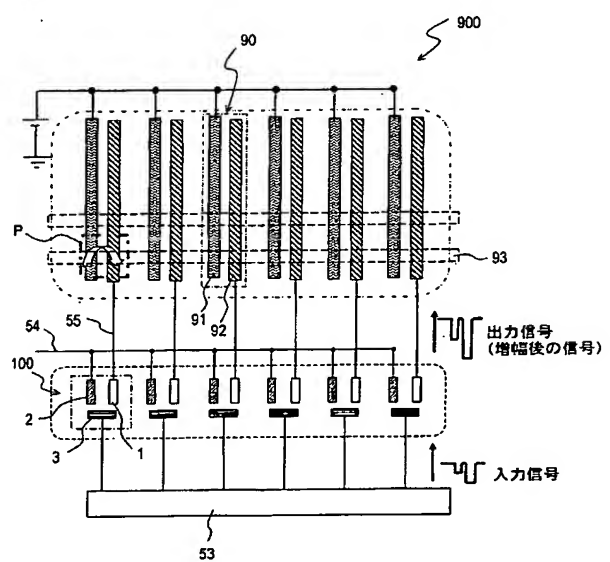
【図 31】



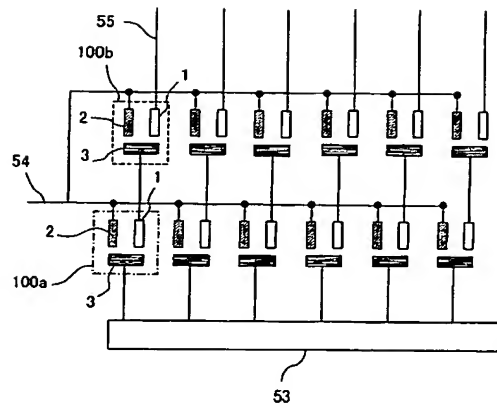
【図 32】



【図 33】



【図 34】



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H O 1 J 17/49

K

F ターム (参考) 2H092 PA12 PA13

3K007 AB18 BA06 DB03 GA00 GA04

5C040 FA02 FA04 GB03 GB13 GC11

5C094 AA10 AA44 BA02 BA27 BA31 CA19 EA04 EA10

【要約の続き】